

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CAMPUS ARARANGUÁ**

Eduardo Presa

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO INTERNA**  
**PARA O AMBIENTE UNIVERSITÁRIO**

Araranguá, Julho de 2014.



Eduardo Presa

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO INTERNA  
PARA O AMBIENTE UNIVERSITÁRIO**

Trabalho de Curso submetido à  
Universidade Federal de Santa Catarina,  
como parte dos requisitos necessários  
para a obtenção do Grau de Bacharel em  
Tecnologias da Informação e  
Comunicação.

Orientadora: Prof. Dr. Luciana Bolan  
Frigo.

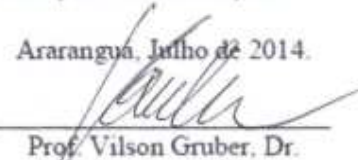
Araranguá, Julho de 2014.

Eduardo Presa

## PROPOSTA DE UM SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO INTERNA PARA O AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado aprovado para a obtenção do Título de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.


Araranguá, Julho de 2014.



---


Prof. Vilson Gruber, Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



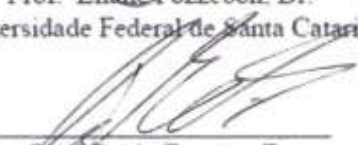
---

Prof.ª Luciana Bolan Frigo, Dr.ª  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof.ª Eliane Pozzebon, Dr.ª  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof. Paulo Esteves, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e todos os professores que nos guiaram nessa caminhada, transferindo conhecimento e sabedoria de suas experiências de vida. Em especial a minha esposa Thaís Nunes Costa Presa que me ajudou e deu força para que eu pudesse concluir meu estudo.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e a todos que participaram direta ou indiretamente no desenvolvimento desse projeto, seja com ideias, revisões e correções.

Agradeço também a minha orientadora e professora Luciana Bolan Frigo, por sempre acreditar que poderia terminar meu trabalho, mesmo sabendo das dificuldades.

Em especial a minha esposa Thaís Nunes Costa Presa minha companheira, que muito me ajudou nas correções e compreensão em todos os momentos que me ausentei para dedicar tempo ao meu trabalho.

Minha família que apoiou dando força e a todos os professores pelos ensinamentos e valores passados a mim durante o curso.





"À medida que o conhecimento materializa-se na forma de instrumentos, o homem tem sua capacidade sensitiva aumentada substancialmente.”  
(SANTOS, João Almeida.2011).

## **RESUMO**

O sistema de posicionamento global (GPS) é uma ferramenta bastante popular e utilizada por boa parte dos usuários de dispositivos móveis, principalmente, pelos usuários de smartphones para o cálculo de rotas e indicação de localização. Esta tecnologia tem se mostrado muito eficiente para ambientes abertos, mas não apresenta o mesmo desempenho em ambientes fechados como no interior de prédios e casas. O objetivo desta monografia é de estudar as principais tecnologias disponíveis ao público em geral, para elaborar um protótipo que seja economicamente viável para a implementação de um sistema de localização interna para um campus universitário.

**Palavras-chave:** Geolocalização; Localização interna; Código de barras



## **ABSTRACT**

The global positioning system (GPS) is a very popular system to calculate routes and location used in mobile devices. This technology has been very effective in open environments, but do not have the same performance as inside buildings and houses environments. The objective of this work is to study the key technologies available to develop a low cost system for internal location in a University environment.

**Keywords:** Geolocation; Indoor location; Barcode.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo cascata.....	34
Figura 2 - Ciclo de entregas em programação extrema.....	39
Figura 3 - Modelo incremental.....	40
Figura 4 - Desenvolvimento evolucionário.....	42
Figura 5 - O paradigma da prototipação.....	44
Figura 6 - Modelo espiral.....	45
Figura 7 - Número de satélites necessários para o posicionamento 3D...	48
Figura 8 - Etiqueta RFID.....	52
Figura 9 - Representação Técnica ToA.....	56
Figura 10 - Angulação.....	58
Figura 11 - Reflexão das ondas Wi-Fi.....	60
Figura 12 - QR-Code.....	63
Figura 13 - Diferença entre micro QR-code e QR-code.....	64
Figura 14 - Variações de códigos.....	65
Figura 15 - Exemplos de Logo Q.....	66
Figura 16 - Comparação de Tamanho.....	68
Figura 17 - Versões de QR-codes.....	69
Figura 18 - Estrutura analítica do projeto.....	73
Figura 19 - Fluxo de processo.....	74
Figura 20 - Caso de uso visão usuário.....	75
Figura 21 - Caso de uso do Assistente Administrativo.....	76
Figura 22 - Tela inicial do sistema.....	77
Figura 23 - Tela de pesquisa.....	78
Figura 24 - Localização da sala através de QR-Code.....	79
Figura 25 - QR- Code do mapa de localização.....	81

Figura 26 - Mapa usando QR-Code.....	81
Figura 27 - Smartphone com localização e planta baixa .....	84



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Técnica de Localização .....	59
--	----



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Princípios dos métodos ágeis. ....	37
--	----



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AoA - Angle of Arrival

GPS - Global Positioning System

LOS - Line of Sight

NLOS - Near line of sight

RFID - Radio-Frequency IDentification

TDA - Time Difference of Arrival

ToA - Time of Arrival

Wi-Fi - Wireless Fidelity (IEEE 802.11)

RSSI - Received Signal Strength Indicator

UML - Unified Modeling Language

XP – Extreme Programming

SIG - Sistema de Informações Geográficas

QR - Quick Response

WLAN - Wireless Local Area Network

RAM - Random Access Memory



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
1.1 Definição do Problema .....	28
1.2 OBJETIVOS.....	29
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>29</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>29</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	30
1.4 METODOLOGIA.....	31
1.5 ORGANIZAÇÃO .....	32
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>33</b>
2.1 METODOLOGIAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE.....	33
<b>2.1.1 Metodologia Clássica .....</b>	<b>34</b>
<b>2.1.2 Metodologias Ágeis .....</b>	<b>36</b>
2.1.2.1 Programação Extrema(XP) .....	38
2.1.2.2 Modelo Incremental .....	40
2.1.2.3 Modelo Evolucionário .....	41
2.2 SISTEMAS DE GEOLOCALIZAÇÃO .....	46
<b>2.2.1 Sistemas para Localização Externa.....</b>	<b>47</b>
2.2.1.2 Sistemas baseados na infraestrutura de rede celular .....	49
<b>2.2.2 Sistemas para Localização Interna.....</b>	<b>50</b>
2.2.2.1 Sistemas baseados no Radio Frequência ID.....	51
2.2.2.2 Sistemas baseados em Identificação de Infravermelho (IRID) .....	53
2.2.2.3 Redes Wi-Fi.....	53
2.2.2.3.1 Técnicas de localização por Triangulação.....	54
2.3 SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO .....	61
<b>2.3.1 Códigos de barras .....</b>	<b>61</b>
<b>3 A PROPOSTA .....</b>	<b>70</b>

3.1 MELHORES PRÁTICAS DE SOFTWARES .....	70
3.2 A ESCOLHA DA TECNOLOGIA .....	71
3.3 SOLUÇÃO PROPOSTA .....	72
<b>3.3.1 Caso de Uso.....</b>	<b>75</b>
3.4 PROTÓTIPOS .....	77
3.5 EXEMPLO DE USO DO SISTEMA.....	80
<b>4 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>82</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>86</b>
5.1 TRABALHOS FUTUROS .....	87
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE A – Descrição Casos de Uso.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO B – Mapa campus UFSC - Araranguá (UNISUL). ....</b>	<b>97</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial (Câmara e Ribeiro, 2014).

Há uma ampla gama de aplicações que incluem áreas como agricultura, florestal, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias. Existem pelo menos três maneiras de se utilizar um SIG: (i) como ferramenta para produção de mapas; (ii) como suporte para análise espacial de fenômenos; (iii) como um banco de dados geográfico, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Esta última é a definição que se enquadra neste trabalho.

Na Europa, o geolocalizador já é utilizado em diversos aeroportos e shoppings. A perspectiva é que nos próximos anos, 85% dos sistemas de navegação sejam representados por smartphones e até 2014 serão 800 milhões de novos aparelhos em circulação pelo mundo, segundo pesquisa realizada pela Ptolemus Consulting Group (AGÊNCIA IN, 2013).

Estes sistemas estão mais presentes no nosso cotidiano de forma que muitas vezes nem percebemos, a partir de um dispositivo móvel conectado à internet é possível dizer o local de origem geográfica do mesmo, isto é a geolocalização e, geralmente faz uso do endereço IP do equipamento podendo informar o país, a cidade e a rua que este dispositivo está localizado juntamente com o horário em que esta verificação aconteceu.

## 1.1 Definição do Problema

Levando em consideração os aspectos descritos anteriormente, questiona-se:

De que forma as tecnologias existentes podem ser adotadas para a implantação de um sistema de localização interno que vise auxiliar as pessoas a se situarem no ambiente universitário?

Tal questionamento é motivado pelos seguintes aspectos:

- Todo início de semestre, novos alunos chegam ao Campus, a grande maioria não conhece as dependências da instituição. Existe uma dificuldade em localizar salas de aula, laboratórios, coordenações, gerando até situações de desconforto e estresse;
- As salas de aulas são alocadas para as disciplinas e frequentemente sofrem alterações pelos mais diversos motivos, podendo gerar transtornos aos professores e alunos que nem sempre são comunicados em tempo hábil de tais alterações;
- Pessoas que visitam o campus eventualmente possuem grande dificuldade de localização dos ambientes como: secretaria, auditório, direção, biblioteca, etc;
- Um ambiente universitário novo, como o Campus Araranguá, está em constante ampliação e, portanto necessário sua atualização constante.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo sobre as tecnologias disponíveis e economicamente viáveis para desenvolvimento de um software, por meio de uma solução interativa, para facilitar a localização dentro dos prédios e demais ambientes que atenda as necessidades de toda a comunidade que frequenta o campus Jardim das Avenidas – UFSC.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Efetuar um levantamento sobre as tecnologias de baixo custo disponíveis para implementação do sistema;
- Realizar um mapeamento dos ambientes internos da UFSC – Campus Jardim das Avenidas;
- Propor um sistema de localização interna para ser implementado no campus universitário que permita:
- Localizar salas, assim como a combinação de eventos (reuniões, aulas) e sua localização no mapa;

- Traçar a rota de acesso a um determinado local a partir da localização do usuário.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Peter Fernandez, diretor de publicidade móvel da Google para a América Latina (Citado por LOGICA DIGITAL, 2012), “O Brasil definitivamente aderiu à mobilidade. Os smartphones estão transformando a maneira como interagimos em lojas, nos sites, com a publicidade e muito mais.”. Desta forma, a pesquisa mostra que 14 % da população brasileira tem um smartphone, o que equivale a aproximadamente vinte e sete milhões de usuários, mais do que Alemanha e França. Assim, mais de 60% dos brasileiros usam seus telefones inteligentes a todo o momento, seja em transportes públicos, na rua, em lojas, restaurantes, no trabalho ou em casa. (LOGICA DIGITAL, 2012)

Com o crescimento do mercado de smartphones no Brasil, a tendência é a tecnologia se tornar cada vez mais popular (CORREIO BRAZILIENSE, 2014).

Levando em consideração que o ambiente universitário sofre constantes alterações e ampliações, surgiu a necessidade de um software de localização que seja oferecido em padrões consolidados de rapidez, confiabilidade e segurança, facilitando o deslocamento das pessoas que circulam diariamente ou eventualmente por estes espaços.

O software pretende atender as necessidades de busca, prevendo um mapeamento e localização dos principais ambientes do campus, como laboratórios, áreas administrativas e biblioteca. O aplicativo terá recursos de busca interativa, localização feita por número de sala, professor, disciplina e ambiente.

## 1.4 METODOLOGIA

A presente monografia apresenta uma pesquisa aplicada que segundo Silva(2005) "objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais."

Onde os conhecimentos adquiridos são voltados para a solução de problemas concretos da vida cotidiana moderna. O projeto para a implementação do Software de Localização do campus Jardim das Avenidas da UFSC pode ser definido pelas seguintes etapas:

- Definição dos objetivos;
- Fundamentação teórica;
- Mapeamento dos ambientes;
- Modelagem e análise do projeto de software;
- Protótipo da interface do sistema e testes.
- Resultados e contribuições.

A coleta de informações segue os objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado. Os instrumento de coleta de dados é a observação: quando se utilizam os sentidos na obtenção de dados de determinados aspectos da realidade. (SILVA, 2005)

- observação sistemática: tem planejamento, realiza-se em condições controladas para responder aos propósitos preestabelecidos;
- observação individual: realizada por um pesquisador;

## 1.5 ORGANIZAÇÃO

Este capítulo apresenta os objetivos a serem alcançados na conclusão deste trabalho. O capítulo 2 aborda a fundamentação teórica com as principais metodologias de desenvolvimento de software, os sistemas de geolocalização, assim como, os sistemas de identificação que podem ser usados na geolocalização de ambientes internos.

O capítulo 3 mostra a elaboração de uma proposta de um sistema de localização interna para ambientes universitários, explicitando as principais decisões de projeto. No capítulo 4 tem-se uma análise e discussão desta proposta em relação aos trabalhos relacionados. E por fim, no capítulo 5 são feitas as considerações finais e apresentados os trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 METODOLOGIAS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

A metodologia de processo de desenvolvimento de software através de algumas atividades estruturadas estabelece o alicerce para um processo de engenharia de software aplicável a todos os projetos de software. Tais metodologias podem ser utilizadas para desenvolvimento de programas pequenos e simples, ou para criação de grandes e complexas aplicações.

Os principais problemas encontrados no processo de desenvolvimento de software estão relacionados: (PRESSMAN, 2011)

- I. Às estimativas de prazo e de custo frequentemente imprecisas;
- II. À produtividade das pessoas da área de software não tem acompanhado à demanda por seus serviços;
- III. À qualidade de software às vezes é menos do que adequada.

Para PRESSMAN(2011), muitas são as atividades voltadas para a gestão do projeto de software, ajudando a equipe a gerenciar, a controlar o processo, a qualidade, as mudanças e o risco. Dentre estas atividades tem-se: (i) o controle e acompanhamento do projeto; (ii) a administração de risco;(iii) a garantia da qualidade de software; (iv) a medição;

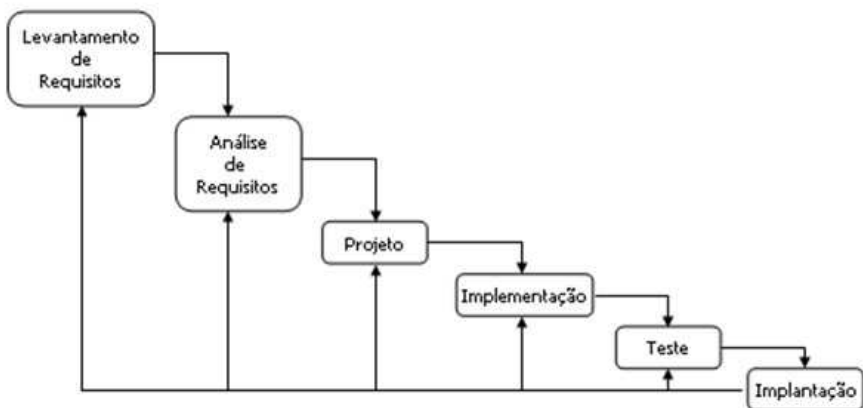
As principais metodologias de desenvolvimento de software podem ser separadas em dois grandes grupos: as tradicionais ou clássicas e as ágeis, que serão descritas nas próximas seções.

### 2.1.1 Metodologia Clássica

O modelo cascata é um dos mais importantes modelos da engenharia de software e é referência para muitos outros modelos, servindo de base para muitos projetos modernos. A versão original deste modelo foi melhorada ao longo do tempo e continua sendo muito utilizada hoje em dia PRESSMAN(2011).

De acordo com SOMMERVILLE(2010), durante o projeto, são identificadas em todas as fase do projeto, problemas com requisitos que não são cumpridos e validados. Assim sendo, o processo de software cascata não é um modelo linear simples, existem várias iterações das atividades e o resultado de cada fase gera um ou mais documentos de aprovação. Assim cada fase não deve começar antes do término da anterior. Na figura 1 é possível visualizar a interação entre as fases deste modelo.

Figura 1 - Modelo cascata.



Fonte: SOMMERVILLE(2010).



O sucesso do modelo cascata está no fato dele ser orientado para a documentação, e segundo SOMMERVILLE (2010) a documentação é desenvolvida em cada fase, havendo aderência a outros modelos de processos de engenharia. No entanto, deve salientar-se que a documentação abrange mais do que arquivo de texto, abrange representações gráficas ou mesmo simulação.

PRESSMAN(2011), cita alguns problemas encontrados no modelo cascata:

- Projetos reais raramente seguem o fluxo sequencial que o modelo propõe. Embora o modelo possa utilizar iterações, é feito indiretamente: Como consequência, essas mudanças podem gerar confusão a medida que prossegue o projeto;
- É difícil para o cliente estabelecer explicitamente todas as necessidades. O modelo cascata requer isso e tem dificuldade para adequar a incerteza natural que existe no início de muitos projetos;
- Exige paciência do cliente, pois uma versão operacional do programa não estará disponível antes de estar próximo do final do projeto;
- Um erro grave não detectado até o programa operacional ser revisto, pode ser desastroso.

De acordo com SOMMERVILLE(2007) em relação aos custos de produção e aprovação de documentos, as iterações geram retrabalho significativo. Portanto, após um pequeno número de iterações, é normal suspender partes do desenvolvimento, como a especificação, e prosseguir com os estágios posteriores do desenvolvimento.

### 2.1.2 Metodologias Ágeis

Dezessete membros da comunidade mundial de desenvolvimento de software reuniram-se em *Snowbird* (EUA, 2001), para discutir sobre boas práticas adotadas por cada profissional no desenvolvimento de suas atividades (VAILATI,2010). A partir deste encontro surgiu o "Manifesto Ágil".

O Manifesto Ágil abordou os principais fatores para o sucesso dos projetos afirmando que melhores resultados no desenvolvimento de software podem ser obtidos através da valorização de: (VAILATI,2010)

- Indivíduos e interações mais do que processos e ferramentas;
- Software em funcionamento mais do que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente mais do que negociação de contratos;
- Responder a mudanças mais do que seguir um plano.

Métodos ágeis se desenvolvem em um esforço para sanar fraquezas reais e perceptíveis da engenharia de software convencional e oferece benefícios importantes, porém, não é indicado para todos os projetos, produtos, pessoas e situações.

"Atualmente, agilidade tornou-se a palavra da moda quando se descreve um moderno processo de software. Todo mundo é ágil. Uma equipe ágil é aquela rápida e capaz de responder apropriadamente as mudanças. Mudanças têm muito a ver com desenvolvimento de software. Mudanças no software que está sendo criado, mudança nos membros da equipe, mudança devido as novas tecnologias, mudança de todos os tipos que poderão ter um impacto no produto que está em construção ou no projeto que cria o produto."(PRESSMAN, 2011 Pg. 82).

Segundo SOMMERVILLE(2007) geralmente, os métodos contam com uma abordagem iterativa para especificação, desenvolvimento e entrega de software, nas quais os requisitos do sistema mudam rapidamente durante o processo de desenvolvimento, desse modo, dando apoio ao desenvolvimento da aplicação, que é destinada a entrega de software de trabalho rapidamente ao cliente, que podem então propor novos requisitos e alterações a serem incluídos nas iterações posteriores do sistema.

Esses métodos ágeis embora sejam baseados na noção de desenvolvimento e entregas incremental, têm processos diferentes para atingir seus objetivos. Com isso, compartilham um conjunto de princípios que serão apresentados no quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Princípios dos métodos ágeis.

Princípio	Descrição
Envolvimento do cliente	Clientes devem ser profundamente envolvidos no processo de desenvolvimento. Seu papel é fornecer e priorizar novos requisitos do sistema e avaliar as iterações do sistema.
Entrega incremental	O software é desenvolvido em incrementos e o cliente especifica os requisitos a serem incluídos em cada incremento.
Pessoas, não processo	As habilidades da equipe de desenvolvimento devem ser reconhecidas e exploradas. Os membros da equipe devem desenvolver suas próprias maneiras de trabalhar sem processos prescritivos.
Aceite as mudanças	Tenha em mente que os requisitos do sistema vão mudar, por isso projete o sistema para

	acomodar essas mudanças.
Mantenha a simplicidade	Concentre-se na simplicidade do software que está sendo desenvolvido e do processo de desenvolvimento. Sempre que possível, trabalhe ativamente para eliminar a complexidade do sistema.

Fonte: SOMMERVILLE(2007).

#### 2.1.2.1 Programação Extrema(XP)

A Programação Extrema (XP) é talvez uma das metodologias mais conhecidas e usadas dentre os métodos ágeis, porque a abordagem foi desenvolvida com avanço das boas práticas que são registradas, tal como desenvolvimento iterativo e envolvimento do cliente em vários níveis. (SOMMERVILLE, 2007)

Programação extrema envolve um número de práticas que se enquadram nos princípios dos métodos ágeis:

1. O desenvolvimento é incremental e realizado por pequenas entregas que descrevem requisitos baseados nas histórias ou cenários do cliente que podem servir de guia para o planejamento do processo.
2. O cliente tem envolvimento e apoio desde na equipe de desenvolvimento, sendo que, o cliente ou representante faz parte do desenvolvimento como: responsável pela definição de testes e aceitação do sistema.

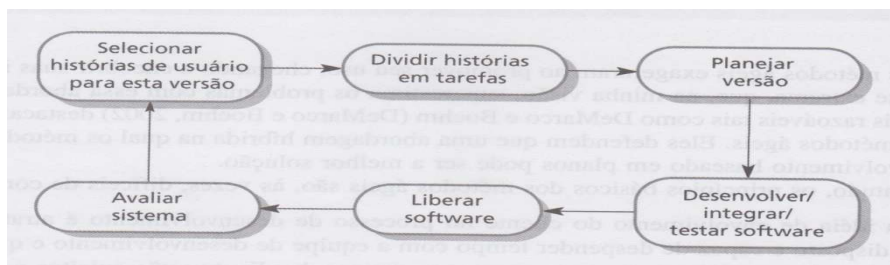
3. Com programação em pares, compartilhando a propriedade do código do sistema em um desenvolvimento sustentável que não exige horas excessivas de trabalho.
4. As mudanças são apoiadas por entregas regulares do sistema e integração contínua.
5. A simplicidade na mudança apoiada pela refatoração constante para qualidade do código e o uso de projetos simples que não antecipam mudanças futuras no sistema.

Nas palavras de SOMMERVILLE(2007) no Programação Extrema (XP), todos requisitos são implementados como uma série de tarefas, onde os programadores trabalham em pares e desenvolvem testes para cada tarefa antes da escrita do código.

"O problema com a implementação de mudanças não antecipadas é que elas tendem a degradar a estrutura do software, fazendo com que as mudanças tornem-se cada vez mais difíceis de implementar. A programação extrema lida com este problema defendendo que o software deve passar por refatoração constantemente. Isso significa que a equipe de programação procura por possíveis melhorias no software, implementando-as imediatamente.(SOMMERVILLE,2007 Pg. 265).

Há um pequeno espaço de tempo entre as entregas do sistema, a figura 2 mostra um ciclo de uma entrega no XP:

Figura 2: Ciclo de uma entrega na programação extrema.

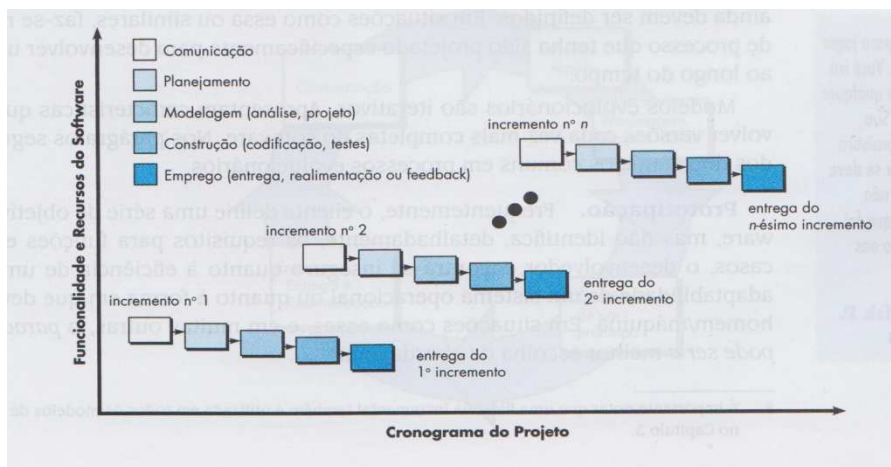


Fonte:SOMMERVILLE, 2010.

### 2.1.2.2 Modelo Incremental

O modelo de processo incremental combina elementos dos fluxos de processos tanto lineares quanto paralelos, o modelo aplica sequências lineares similares aos incrementais gerados por fluxo de processo evolucionário. A figura 3 exemplifica o modelo incremental:

Figura 3 -Ilustração do Modelo Incremental.



Fonte: PRESSMAN (2011).

Podemos notar pela figura 3 que o modelo de processo incremental aplica cada uma das sequências lineares que gera um incremento do software. Esses incrementos são entregáveis e prontos para o cliente.

O primeiro incremento é um produto essencial. Isto é, os requisitos básicos são atendidos, porém, muitos recursos complementares (alguns conhecidos outros não) ainda não são entregues. Esse produto essencial é utilizado pelo

cliente (ou passa por uma avaliação detalhada). Como resultado do uso e/ou avaliação, é desenvolvido um planejamento para o incremento seguinte (PRESSMAN, 2011 Pg. 62).

O processo incremental entrega um produto operacional a cada incremento, ou seja, um produto sem erros e pronto para o usuário usar e avaliar. Mesmo que os primeiros incrementos sejam partes do produto, essas partes são operacionais e funcionam sem as outras. Entretanto, os incrementos possuem totais condições de atender ao cliente (PRESSMAN, 2011).

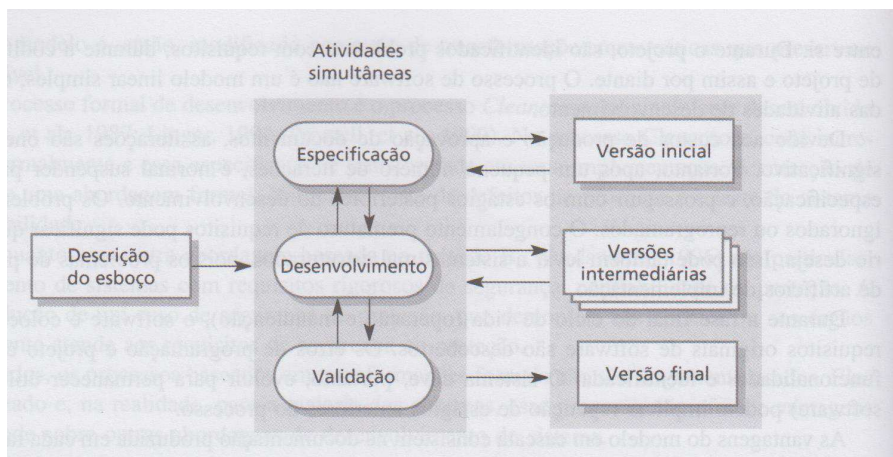
Desta forma, os primeiros incrementos podem ser implementados com um número reduzido de pessoas (Se o incremento for bem aceito), nos próximos incrementos um pessoal adicional poderá ser acrescentado de forma a implementar o incremento seguinte de acordo com Pressman (2011).

Assim também podemos administrar alguns riscos através de um planejamento baseado nos incrementos, quando se depende de um utilitário ou hardware a ser desenvolvido por terceiros. Poderia ser possível planejar incrementos iniciais de maneira a evitar uso desse hardware, dando possibilidade, a liberação de funcionalidade parcial ao usuário.

#### 2.1.2.3 Modelo Evolucionário

O desenvolvimento evolucionário baseia-se no desenvolvimento de uma implementação e esboço inicial, expondo ao usuário o resultado na visão de análise e refinando esse resultado por meio de outras versões até que esteja adequado, utilizando o *feedback* rápido do usuário assim como mostra a figura 4 (SOMMERVILLE, 2007).

Figura 4 - Desenvolvimento Evolucionário.



Fonte: SOMMERVILLE(2010).

Os modelos evolucionários são caracterizados por serem iterativos e apresentarem propriedades que possibilitem desenvolvermos versões cada vez mais completas do software (Pressman, 2011). Os processos evolucionários se dividem em dois modelos comuns: Prototipação e Espiral.

## Prototipação

Segundo MEDEIROS(2014), a prototipação é utilizada quando o desenvolvedor não tem certeza quanto à eficiência de um sistema, ou quanto à adaptabilidade de um sistema operacional ou em que deva ocorrer a interação entre o cliente e o sistema. Nesses casos a prototipação é uma excelente alternativa. Vale ressaltar que a prototipação pode ser utilizada em qualquer



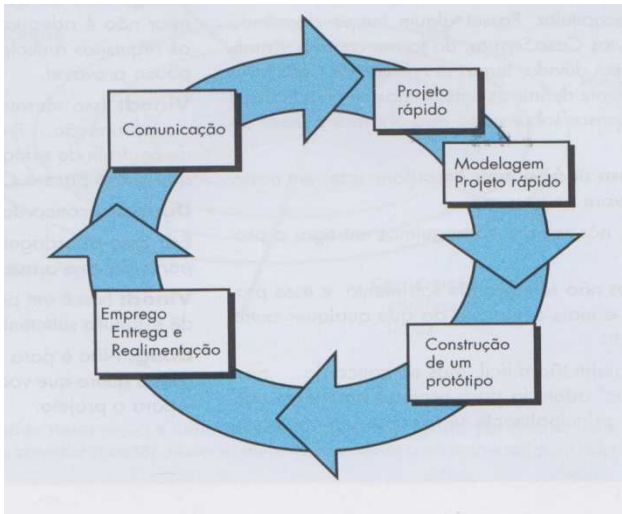
processo de software, visto que, a prototipação auxilia os interessados a compreender melhor o que está para ser construído.

A prototipação se resume basicamente com a comunicação que ocorre através de uma reunião com todos os envolvidos a fim de definir objetivos gerais do software e identificar quais requisitos já estão bem conhecidos e esquematizar as áreas que realmente necessitam de uma definição mais ampla. Uma iteração de prototipação deve ser planejada rapidamente e dessa forma ocorre a modelagem na forma de um projeto rápido (PRESSMAN, 2011).

O projeto rápido foca na representação dos aspectos do software que serão visíveis aos usuários como leiaute da interface e os formatos de exibição (Medeiros, 2014). Assim como PRESSMAN cita: "Esse projeto rápido leva à construção de um protótipo que será avaliado pelo cliente. O cliente por sua vez retornará à equipe de software suas necessidades que irão aprimorar os requisitos."

A iteração vai ocorrendo conforme é ajustado o protótipo às necessidades dos usuários, conforme a figura 5.

Figura 5 - O paradigma da prototipação.



Fonte: PRESSMAN(2011).

De forma geral, o protótipo auxilia na identificação dos requisitos do software e possibilita a melhor compreensão das necessidades que devem ser atendidas. Assim, os protótipos podem ser descartados quando usados apenas para entender um determinado requisito ou pode ser utilizado como um produto evolucionário que servirá para o cliente (PRESSMAN,2011).

Benefícios da prototipação segundo Sommerville (SOMMERVILLE, 2011):

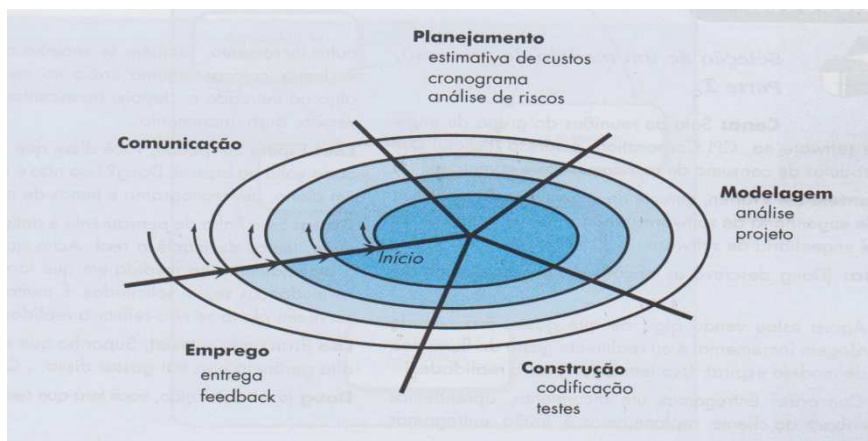
- Usabilidade aprimorada do sistema;
- Adequação maior do sistema às necessidades do usuário;
- Qualidade do projeto aprimorada;
- Facilidade de manutenção aprimorada;
- Esforço de desenvolvimento reduzido.

## Modelo Espiral

O modelo espiral foi proposto por Barry Boehm(1988), o modelo de processo de software evolucionário une a natureza iterativa da prototipação com seus aspectos sistêmicos e o controle do modelo cascata, que visa o potencial de desenvolvimento rápido de versões cada vez mais completas do software(SOMMERVILLE,2011).

Um conjunto de atividades metodológicas é definido pela equipe de engenharia de software. Em Sommerville (2011), utilizam-se as atividades metodológicas genéricas, sendo que cada uma dessas atividade representa um segmento do caminho espiral mostrado na figura 6, que realiza atividades indicadas por um circuito em torno da espiral no sentido horário, começando do centro.

Figura 6- Modelo Espiral



Fonte: PRESSMAN(2011).

Pressman (2011) cita que o primeiro circuito em volta da espiral pode resultar no desenvolvimento de uma especificação de um produto, e suas subseqüentes podem ser usadas para desenvolver protótipos e então, cada passagem pela região de planejamento resulta em ajustes no projeto e progressivamente, versões mais sofisticadas do software.

"A principal diferença entre o modelo em espiral e os outros modelos do processo de software é o reconhecimento explícito do risco no modelo em espiral. Informalmente, risco significa simplesmente algo que pode dar errado. Por exemplo"(SOMMERVILLE, 2010 Pg. 49).

Portanto para Sommerville (2007), um ciclo da espiral inicia com a elaboração de objetivos, desempenho e funcionalidades. Os caminhos alternativos para alcançar esses objetivos são identificados e as fontes de riscos de cada um deles, assim o próximo passo é resolver esses riscos utilizando meios como coleta de informações, análise detalhada, protótipo e simulação.

Além das metodologias de desenvolvimento de software aqui descritas, outros conceitos teóricos são necessários para a compreensão do sistema a ser proposto. Na próxima seção são mostradas as principais definições sobre os sistemas de geolocalização e algumas soluções tecnológicas existentes.

## 2.2 SISTEMAS DE GEOLOCALIZAÇÃO

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é baseado em um computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados(HARA,1997). Um

SIG deve possuir duas formas de consulta geográfica: uma espacial onde normalmente é utilizada para restringir a uma determinada área ou região de interesse e a consulta por atributos é utilizada para selecionar e analisar os geo-objetos que satisfazem as condições impostas pelo usuário.

Uma vez que os resultados das análises podem ser apresentados sob a forma de mapas, os itens seguintes discutem algumas características inerentes à geração desses mapas (simbologia, legendas, etc.), as quais devem ser adequadamente escolhidas(HARA, 1997).

Os sistemas de localização se dividem em dois grupos: (i) os de localização externa e, (ii) os de localização interna.

### **2.2.1 Sistemas para Localização Externa**

Os sistemas que dão suporte à localização utilizando-se da estimativa da posição de objetos e pessoas em ambientes externos, são mais conhecidos pelo público, de maneira geral, como sistemas de posicionamento global, popularmente conhecidos como GPS - Global Positioning Systems - (LIMA, 2001).

O GPS é um sistema de localização externa. A sua infraestrutura consiste de 28 satélites em órbita em torno da terra numa altitude de aproximadamente 20.000 quilômetros. Estes satélites carregam relógios atômicos muito precisos. MACHADO(2013) relata que estes relógios são monitorados continuamente por estações em terra, operados pela Força Aérea norte-americana e possíveis diferenças nos relógios do satélite são corrigidos por meio de comandos de controles apropriados partindo destas estações.

Figura 7 - Número de satélites necessários para o posicionamento 3D



Fonte: BERNARDI, 2002.

Um crescente número de aplicações nos levantamentos topográficos, cartográficos e de navegação, face às vantagens oferecidas pelo sistema quanto à precisão, rapidez, economia, além de permitir em tempo real o posicionamento em 3D como mostra a figura 7.(BERNARDI, 2002)

Cruzando a informação de um satélite com a de três outros satélites na área, obtêm-se a posição do usuário.(MACHADO, 2012), Além da latitude e longitude, o sistema de trilateração também permite saber a altura do receptor em relação ao nível do mar.

O cálculo é feito comparando o tempo em que o sinal foi enviado com o momento em que ele foi recebido. Considerando que a radiofrequência viaja na velocidade da luz e aplicando algumas correções, é possível determinar a distância exata entre o receptor e o satélite MACHADO(2012).

Para BERNARDI, (2002) enquanto que o GPS provê uma precisão de 5 a 10 metros em ambientes externos usando receptores de baixo custo, é possível conseguir poucos centímetros com o uso de receptores muito

sofisticados em ambientes externo não liberado para público civil. Entretanto, o comprimento pequeno do sinal Radio Frequência(RF), o alto ruído RF produzido, e a reflexão dos sinais RF devido a presença de objetos metálicos, tornam o GPS inadequado para ambientes internos. O que ocorre é que o sinal de GPS sofre distorções e é enfraquecido em ambientes internos, não conseguindo assim oferecer o mesmo desempenho de qualidade de serviços que oferece em ambientes externos.

Desde o lançamento dos primeiros receptores GPS no mercado, em 1967, foi aberto para o público civil que até então era de uso exclusivo militar, onde tem havido um crescente número de aplicações nos levantamentos topográficos, cartográficos e de navegação, face às vantagens oferecidas pelo sistema quanto à precisão, rapidez, versatilidade e economia (BERNARDI, 2002).

A coleta dos dados para o georreferenciamento pode ser feita através de diferentes tecnologias, tais como monitoramento de um dispositivo móvel, uso do GPS, base de dados com endereços IPs ou endereço MAC, sensores, entre outros (MACHADO, 2013). Com o avanço da tecnologia, é possível obter informações cada vez mais precisas de localização.

#### 2.2.1.2 Sistemas baseados na infraestrutura de rede celular

Segundo HARA(1997), ambientes baseados na infraestrutura de rede celular têm uma utilização tanto em ambientes externos como em ambientes internos. Aqui estamos tratando como sendo um sistema para ambientes externos em razão de ser inadequado para servir de suporte para sistemas de

localização interna, cujas características dos equipamentos de hardware do transmissor e receptor e dos próprios parâmetros do sistema inviabilizam a utilização deste tipo de infraestrutura.

Alguns aparelhos de telefonia celular não possuem GPS e se utilizam de redes de celulares para fazer a localização, isso baixa o custo do aparelho que não precisa de sistema GPS. No entanto, funciona apenas para localização urbana, ficando devendo em áreas rurais onde a ampliação da rede celular é mais custosa.

No caso de cobertura dentro de carro ou interno, é necessário também incluir uma perda de penetração no ambiente. Para qualificação existem três requisitos:

- Radio Frequência – qualidade de cobertura, possibilidade de interferência.
- Transmissão – custo para integração ao *backbone*. *Backbone* significa “espinha dorsal” e é o termo utilizado para identificar a rede principal pela qual os dados de todos os clientes passam.
- Infraestrutura – custo para adequação do ambiente às necessidades do site.

### **2.2.2 Sistemas para Localização Interna**

De acordo com Hara(1997), apesar dos avanços extraordinários na tecnologia GPS, milhões de metros quadrados de espaço interno estão fora do alcance de satélites. Seus sinais não estão aptos a penetrar na maioria dos



materiais das construções. Para tanto, surgiram projetos de sistemas de posicionamento (localização) para pessoas e objetos.

Os dados geolocalizados possibilitam que os utilizadores encontrem pessoas com interesses semelhantes, situadas num ambiente próximo e que entrem em contato com elas através de serviços de redes sociais baseados na localização(DURALL et all, 2012).

#### 2.2.2.1 Sistemas baseados no Radio Frequência ID

Uma etiqueta (*tag*) é todo dispositivo que identifica o objeto ou pessoa ao qual ele está afixado. Uma vez afixada a etiqueta permite que o objeto seja identificado facilmente e de forma precisa. As etiquetas eletrônicas são simplesmente hardwares de leitura. Segundo Hara(1997), uma das alternativas tecnológicas é o uso de sistemas de identificação por rádio frequência, RFID, que já são consagrados comercialmente em virtude da redução de custo e do tamanho das etiquetas (tags). As etiquetas RFID são detectáveis até aproximadamente 3 metros de distância e são identificadas quando passam por sensores físicos.

De acordo com Hara(1997), uma variedade de tecnologias baseadas na transmissão via rádio tem sido empregadas para localizar itens internos. Assim, os objetos são identificados com um sensor que tem um alcance de alguns centímetros a aproximadamente 3 metros, dependendo da tecnologia.

Para Ciriaco(2009), um sistema de RFID é composto, basicamente, de uma antena, um transceptor, que faz a leitura do sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor e também uma etiqueta de rádio frequência(RF), que deverá conter o circuito e a informação a ser transmitida. Estas etiquetas

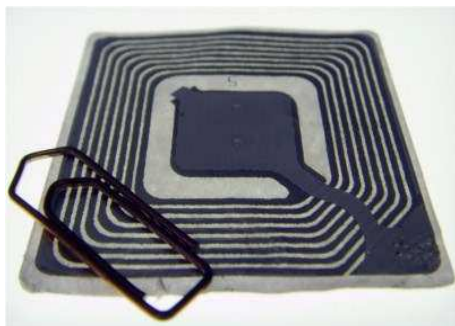
podem estar presentes em pessoas, animais, produtos, embalagens, enfim, em equipamentos diversos.

Assim, a antena transmite a informação, emitindo o sinal do circuito integrado para repassar as informações para o leitor, que por sua vez converte as ondas de rádio do RFID em informações digitais. Depois de convertidas, elas poderão ser lidas e compreendidas por um computador para então ter seus dados analisados (CIRIACO, 2009). A figura 8 ilustra uma etiqueta usada em sistemas RFID. Existem dois tipos de etiquetas RFID:

**Passiva** – Estas etiquetas utilizam a rádio frequência do leitor para transmitir o sinal, podendo ter suas informações gravadas permanentemente quando são fabricadas. Contudo, algumas destas etiquetas são “regraváveis”.

**Ativa** – As etiquetas ativas são muito mais sofisticadas e caras e contam com uma bateria própria para transmitir o sinal em uma distância razoável, além de permitir armazenamento em memória RAM (Random Access Memory) capaz de guardar até 32KB.

Figura 8 - Etiqueta RFID.



Fonte: CIRIACO, 2009.

### 2.2.2.2 Sistemas baseados em Identificação de Infravermelho (IRID)

Em ambientes mais amplos são empregadas a tecnologia de infravermelho, conhecida como IRID (Infra Red Identification) ao invés do RFID. O IRID consiste num sinal eletromagnético com frequência de onda compreendida entre 300  $GHz$  e 400  $THz$ . As etiquetas transmitem periodicamente seu código de identificação por meio da luz infravermelha para os leitores (BRÁS, 2009).

Para Brás (2009), os sinais infravermelhos possibilitam uma boa exatidão para sistemas de localização, mas estão sujeitos a interferências de luminosidade do ambiente. O sinal infravermelho não atravessa a maioria dos obstáculos, tais como, paredes e mobília, inerentes a qualquer ambiente interno. Os sistemas IRID também não trabalham bem quando as condições de luminosidade do ambiente são baixas. A cooperação dos usuários quanto à disposição dos objetos dentro do ambiente considerado é necessária para evitar a obstrução dos emissores de luz. Mesmo apresentando limitações no alcance, cerca de 5 metros, os transmissores infravermelhos possuem vantagens por serem baratos, compactos e de baixo consumo energético.

### 2.2.2.3 Redes Wi-Fi

As redes Wi-Fi funcionam por meio de ondas de rádio. Esse termo é normalmente empregado para referir-se a redes WLAN (Wireless Local Area Network)

Os sinais provenientes de pontos de acesso Wi-Fi são empregados num sistema para prover a localização de terminais e dispositivos sem fio. As ondas de rádio são transmitidas por meio de um adaptador, conhecido como roteador, que recebe os sinais, decodifica e os emite a partir de uma antena. Para que um dispositivo tenha acesso a esses sinais, é preciso que ele esteja dentro de um determinado raio de ação, chamado de *hotspot*. Este raio de ação varia de acordo com os equipamentos utilizados.(BRAS, 2009)

As técnicas de localização mais utilizadas nos sistemas baseados em redes Wi-Fi podem utilizar o ângulo de chegada do sinal, na potência do sinal ou na diferença de propagação do sinal, algumas destas técnicas são descritas na próxima seção.

#### *2.2.2.3.1 Técnicas de localização por Triangulação*

Esta técnica usa as propriedades geométricas dos triângulos e pode ser baseada na distância ou na diferença angular entre os dispositivos. Através da medição do tempo de propagação do sinal entre o emissor e os vários receptores, e conhecendo previamente a velocidade de propagação deste, é possível estimar a distância do dispositivo localizável a vários pontos de referência. Do mesmo modo, medições do nível de potência recebido, permitem calcular a distância percorrida do sinal relacionando a potência de emissão e recepção com um modelo de perdas de propagação.

Através da obtenção de pelo menos três distâncias é possível estimar a posição do dispositivo. Ambos os casos se enquadram na técnica da distância. Na técnica da diferença angular, é efetuado o cálculo posicional baseado numa

medição angular, onde se estima a posição relacionando a direção de propagação entre o objeto e vários pontos de referência (BRAS, 2009).

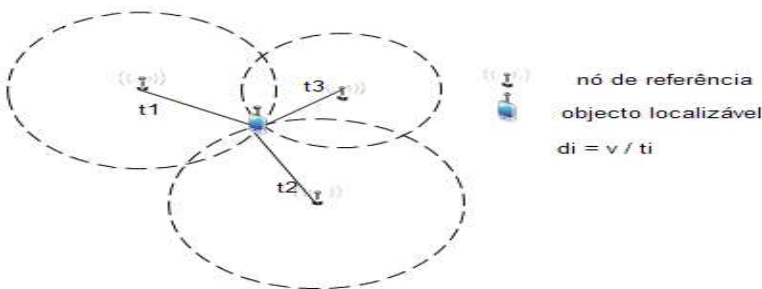
### **Tempo de Chegada ou Time of Arrival (ToA):**

A técnica tempo de chegada (ToA) faz a medição do tempo entre o receptor e o transmissor utilizando a cronometragem do tempo do percurso, assim é possível calcular a distância entre os dispositivos. Segundo Bras(2009) é necessário um sincronismo preciso entre os dispositivos de recepção e transmissão principalmente se o sinal usado para a comunicação for por rádio frequência, pois um desvio na medição do tempo poderá gerar erros de centenas de metros.

Há dois métodos para localizar a posição do dispositivo. No primeiro deles, usa um servidor de rede da seguinte forma:

O controlador envia pedido de localização para a rede, que inicia a escuta sincronizada dos dispositivos de referência (pontos Wi-Fi), que ao receber o pedido de localização responde com um sinal. Os dispositivos de referência irão calcular a diferença temporal entre o pedido e a resposta do dispositivo móvel que corresponde ao tempo de chegada do sinal. O controlador com no mínimo três tempos de chegada, poderá calcular a distância do dispositivo móvel por meio do conhecimento prévio da propagação, a figura 9 ilustra esse método.(BRAS, 2009)

Figura 9 - Representação Técnica ToA.



Fonte: Bras(2009).

Para Bras(2009) uma obtenção de valores mais precisos necessita subtrair esta diferença temporal de processamento do dispositivo móvel da recepção do pedido até a resposta deste.

De acordo com Carvalho(2006), este método necessita que os equipamentos de rede estejam perfeitamente sincronizados, pois o sinal Wi-Fi se propaga com uma velocidade de  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ , assim qualquer desajuste levaria a erros proporcionalmente grandes.

Já o segundo caso de acordo com Bras(2009), o cálculo é efetuado pelo dispositivo móvel, que envia mensagens periódicas para os dispositivos de referência, esta mensagem indica o tempo em que foi iniciada a emissão do sinal e a sua posição. Ao receber a mensagem dos diferentes dispositivos de referência e já sabendo a velocidade do equipamento é possível estimar a distância que o objeto se encontra. Esta técnica mede o intervalo de tempo entre o envio do seu sinal e a recepção da resposta, não sendo necessário o tempo que foi realizado a transmissão funcionando como um radar, assim é possível estimar a posição do dispositivo móvel através de cálculo geométrico.

## **Diferença de Temporal de Chegada (TDoA – Time Difference of Arrival)**

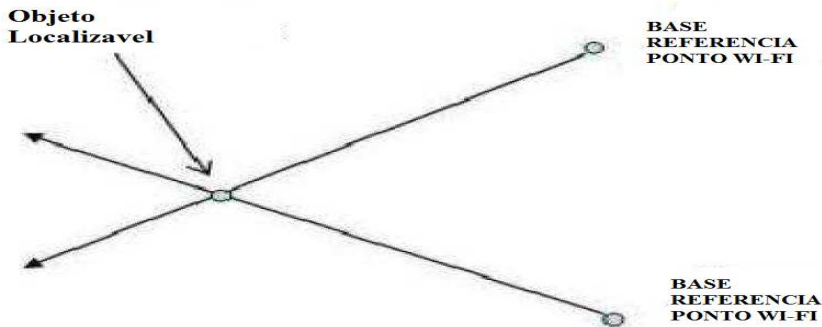
Esta técnica para Bras(2009) tem como base a diferença temporal entre a recepção de vários sinais emitidos sincronizados em um único dispositivo ou na diferença de tempo entre a recepção de vários dispositivos de referência de um único sinal transmitido. Esse segundo caso, o dispositivo de referência móvel envia sinal as redes Wi-Fi, assim é realizado o cálculo da diferença temporal entre os dispositivos usando equações.

É uma ligeira adaptação da técnica ToA, que levam em consideração as diferenças no tempo de chegada entre o dispositivo e pelo menos três pontos de referência. De acordo com Carvalho(2006), este método torna-se mais confiável do que o ToA, uma vez que não usa o valor absoluto do tempo de chegada, o qual poderá estar ligeiramente errado. Ao considerar também a diferença entre os tempos de chegada, o erro provocado será menor(Bras,2009).

## **Angulação de chegada(AoA)**

Segundo Carvalho(2007), na técnica de Angulação de chegada, o cálculo para descobrir a posição do dispositivo móvel é feito pelo ângulo de incidência em que o sinal é recebido. Cada ponto de referência gera uma linha e, quando se tem duas linhas, já é possível identificar a localização que fica na intersecção das linhas conforme mostra a figura 10.

Figura 10: Angulação



Fonte: Bras, (2009)

Através do conhecimento prévio da distância entre os vários receptores e dos ângulos de chegada detectados em cada ponto de referencia, é possível estimar a posição do objeto através de funções trigonométricas.

### **Indicador da força do sinal recebido (RSSI)**

De acordo com Bras(2009), o método em questão recorre da análise da intensidade do sinal recebido, RSSI, no receptor e há um modelo que descreve como esta varia com a distância. O modelo tem como base as medições realizadas no ambiente de localização efetuando a calibração prévia do sistema onde foram estimados parâmetros que melhor descreve o ambiente.

São baseados em princípios físicos de modo a analisar a propagação do sinal. O modelo exige uma completa base de dados sobre as características do ambiente, quando implementado de forma correta garante a melhor eficiência do que outros modelos(Bras,2009).



Na tabela 1 são apresentadas as vantagens e desvantagens dos modelos descritos.

Tabela 1 - Técnicas de localização

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>ToA/ TDoA</b>	<i>Elevada exactidão para condições LOS Não necessita de treino exaustivo Boa escalabilidade</i>	<i>Elevados requisitos de sincronização Hardware complexo (preço mais elevado) Maiores requisitos de largura de Banda Muito sensível a condições NLOS</i>
<b>AoA</b>	<i>Necessidade de apenas 2 medidas para localização a 2D e 3 para 3D Não necessita de elevados requisitos de sincronização Não necessita de treino exaustivo</i>	<i>Hardware complexo (preço mais elevado) Elevados problemas em condições NLOS</i>
<b>RSSI fingerprinting</b>	<i>Hardware simples Sem custos adicionais de sincronismo Maior resiliência para condições NLOS Menor sensibilidade à largura de banda</i>	<i>Menor exactidão do que sistemas baseados em ToA ou AoA em condições de LOS Elevado tempo de treino Algoritmos de elevada complexidade Não apresentam elevada escalabilidade</i>

Fonte: BRAS(2009).

\* **LOS – Line Of Sight**- Linha de visão; Ambiente sem obstáculos.

\* **NLOS - Non-line-of-sight ou Near-line-of-sight** sem linha de visão; quando se utiliza a perda de penetração em obstáculos ocorridos com o sinal de rádio frequência.

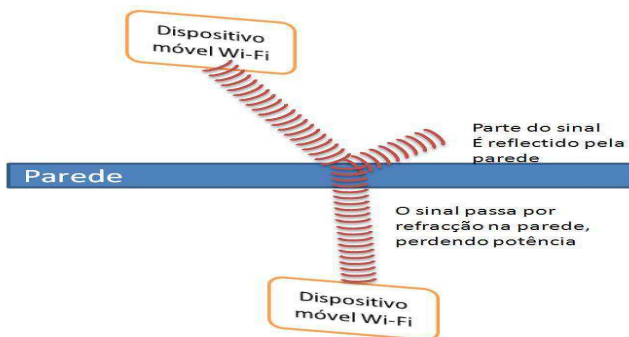
## Reflexão e Refração em Wi-Fi

Existem vários fatores que influenciam nas perdas de penetração como comprimento de onda, natureza do material que recebe suas dimensões e posicionamento assim como relato abaixo:

Quando as ondas Wi-Fi colidem com objetos muito densos estas podem ser totalmente paradas, não deixando que o sinal se propague. Com a maioria dos materiais, isto não acontece e as ondas Wi-Fi propagam-se através dos materiais, embora sofrendo uma atenuação na sua intensidade (Bras,2009).

Segundo Bras(2009), obstáculos densos metálicos refletem grande parte do sinal, impedindo a propagação. Outros materiais como madeira, plástico ou tijolos refletem uma parte do sinal e permitem que uma parcela seja transmitida através, como mostra a figura 11. Por sua vez, água e objetos úmidos tendem a absorver uma grande parte do sinal incidente.

Figura 11- Reflexão das ondas WI-FI.



Fonte: BRAS(2009).

## 2.3 SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO

### 2.3.1 Códigos de barras

Códigos de barras é a representação gráfica de uma sequência de números para que possam ser identificadas rapidamente através de computador para controle de produtos e informações de identificação.

Um código de barras bastante difundido é o QR-Code(Código de resposta rápida) que é um código de barras 2D e foi criado por uma das principais empresas do grupo Toyota, Denso Wave em 1994,e foi aprovado como um padrão internacional pela ISO (ISO/IEC 18004) em junho de 2000, de domínio público e cuja patente é dispensada pela empresa.

"Este símbolo bidimensional era destinado ao uso no controle de produção de peças automotivas, mas acabou se espalhando por toda a economia. O código QR é visto agora todos os dias e em todos os lugares pelo mundo"(MORTARA,2014).

Segundo Mortara (2014), o código pode armazenar diversos tipos de dados entre unidades ou valores, entre eles dados alfanuméricos (algarismos 0–9, letras maiúsculas A–Z e outros nove caracteres: o espaço, \$ % \* + – / : . ); dados de 8 bits ou de 1 byte Latim ou Kana; e caracteres kanji (Caracteres utilizados no alfabeto japonês). Pode também representar dados binários, em que um módulo escuro é um binário 1 e um módulo branco é um zero binário.

Para Mortara(2014), o código QR tem a capacidade de leitura de alta velocidade, em todas as direções, proporcionando aplicações até então nunca

imaginadas. Normalmente, a leitura do QR pode ser feita através de uma câmera de celular.

"A mera conveniência ajudou a aumentar rapidamente a popularidade do código entre o público em geral. E agora, é uma ferramenta indispensável para as empresas e na vida diária das pessoas, usado em todos os tipos de formas, incluindo para a emissão de cartões de nome e bilhetes eletrônicos e em sistemas de emissão de bilhetes de avião implementadas nos aeroportos."(DENSO WAVE,2014).

Os dados da linha de varredura capturada pelo sensor são armazenados na memória. Em seguida, através do software de interpretação, são analisados os detalhes e encontrados os padrões identificadores, bem como a posição, o tamanho e o ângulo de leitura do código QR, dependendo da posição pode afetar rapidez da leitura(MORTARA,2014).

### **Tipos de QR-Codes**

Os QR Codes possuem diversos pixels pretos e brancos, conteúdo esse presente dentro do código que são chamados de módulos (Karasinski, 2014).O QR Code funciona de maneira regionalizada. Cada um dos quadradinhos ou pixels assim como, os quadrados maiores localizados nos cantos pretos e brancos tem uma função específica. A leitura começa por aqueles três maiores que estão presentes nos cantos do código como mostrado na figura 12. Estes servem como uma ferramenta de orientação que delimitam a área, indicando onde estão os outros dados. Além disso, também permitem que o leitor consiga identificar o QR Code em qualquer posição. (KARASINSKI,2014).

Figura 12 – QR Code.



Fonte: KARASINSKI(2014).

O QR Code tem a capacidade de dados de acordo com o número de módulos ou pixel que determina a quantidade de informações que pode conter neste símbolo.

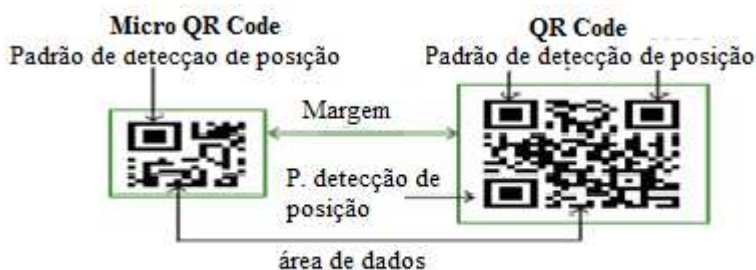
"A configuração do módulo refere-se ao número de módulos contidos em um símbolo, que começa com a versão 1 ( $21 \times 21$  módulos) até a versão 40 ( $177 \times 177$  módulos). Cada número de versão superior é composto por 4 módulos adicionais de cada lado."(DENSO WAVE,2014).

Quando a quantidade de dados aumenta, mais módulos são necessários para compreender código, resultando em códigos maiores (DENSO WAVE,2014).

## Micro QR-Code

O Micro QR Code tem apenas um padrão de detecção de posição, em comparação com QR Code regular que exige três símbolos para localização da posição, que estão nos três cantos do QR Code. Na figura 13, pode-se ter melhor visualização das diferenças.

Figura 13: Diferença entre Micro QR Code e QR code.



Fonte: DENSO WAVE(2014)

Esta configuração de Micro QR Code permite a impressão em áreas ainda menor do QR Code segundo Denso Wave(2014).

A quantidade de dados que pode ser armazenada num código Micro QR não é tão grande como mostra a figura 14, que pode conter no máximo 35 algarismos. Existem quatro variações, M1 a M4, deste tipo de código. A quantidade máxima de dados que podem ser codificados para a versão máxima deste código, M4, é menor do que a codificada na versão 1 do QR Code.

Figura 14: Variações de códigos

Maximum Data Capacity Table for each Micro QR Code Symbol Version

Symbol version	Number of modules	Error correction level	Numeric	Alphanumeric	Binary	Kanji
M1	11	-	5	-	-	-
M2	13	L	10	6	-	-
		M	8	5	-	-
M3	15	L	23	14	9	6
		M	18	11	7	4
M4	17	L	35	21	15	9
		M	30	18	13	8
		Q	21	13	9	5

(Reference: Data capacity of QR Code Ver. 1)

Symbol version	Number of modules	Error correction level	Numeric	Alphanumeric	Binary	Kanji
1	21 x 21	L	41	25	17	10
		M	34	20	14	8
		Q	27	16	11	7
		H	17	10	7	4

Fonte:DENSO WAVE(2014).

QR-Code (LOGO Q)

A logo Q é um novo tipo de QR-Code que incorpora uma ilustração decorativa, letras ou logotipo, a diferenciação de LogoQ para o QR Code pode ser visualizado na figura 15. LogoQ é uma simples combinação de uma ilustração com um QR-Code simples, ou melhor qualidade e com recurso de correção de erros. Devido a isso, LogoQ pode ser um QR-Code com excelente design e alta legibilidade,sendo uma marca registrada de A·T Communications Co., LTD. (DENSO WAVE,2014).

Figura15: Exemplos de logo Q.



Fonte:A · TCommunicationsCo., LTD.

Além disso, tipos de animações com imagens estão no mercado:

- LogoPass é um QR Code, que exibe um QR Code e várias imagens alternadamente.
- LogoQMotion é um QR Code animado criado para expressar o conteúdo codificado com animação através da combinação de imagens em movimento com um QR Code.

## Código Inteligente SQRC

SQRC é um tipo de QR Code equipado com função de leitura de restrição podendo ser usado para armazenar informações pessoais e gerir



informações internas da empresa, por exemplo. Este código possui algumas propriedades de segurança (DENSO WAVE, 2014).

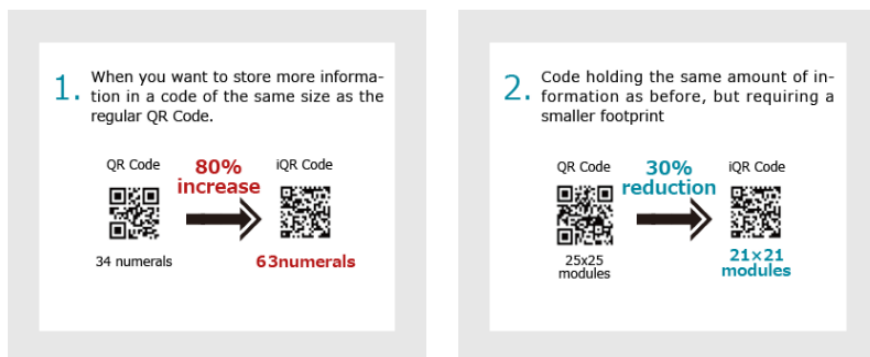
- Bloqueando-se dos dados codificados: O código SQRC pode ser lido apenas por determinados tipos de scanners.
- Composto de dados públicos e privados: Os dados para SQRC consistem em parte pública e uma parte privada. Com SQRC, é possível armazenar 2 níveis de informação de controle em um código.
- Aparência e propriedades aparentes de normal : QR Code retidos.

## **Índice de Qualidade Inventario IQR - Code**

Código IQR é um código 2D do tipo matriz, permitindo uma fácil leitura da sua posição e tamanho. Este código permite uma faixa de tamanho grande de códigos de menores do que o QR Code tradicional e Micro QR Code para grandes que podem armazenar mais dados do que estes.

Código IQR pode conter uma maior quantidade de informações do que o QR Code tradicional. Um Código IQR do mesmo tamanho de um QR Code existente pode conter 80% mais informação. Se o mesmo valor é armazenado, um Código IQR pode ser 30% menor, como ilustrado na figura 16.

Figura 16: Comparação de Tamanho.

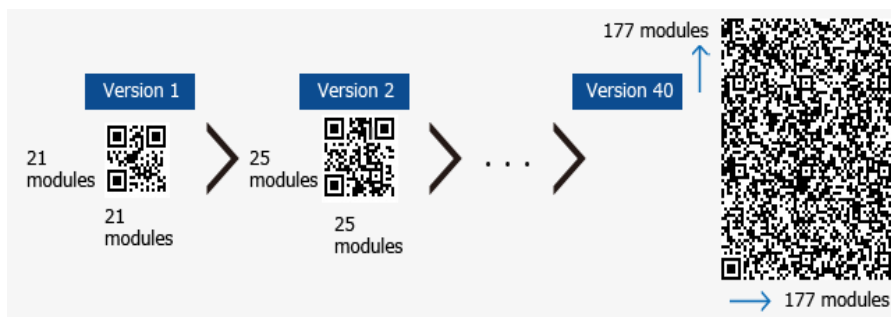


Fonte: DENSO WAVE(2014).

Usando código IQR , a área necessária para este código pode ser reduzido até cerca de 60 % em comparação com o código normal. Com módulos retangulares , assim como os quadrados, pode ser gerado. Graças a este recurso, é possível substituí-lo com um espaço onde um código de barras é, e imprimi-lo em produtos cilíndricos, mantendo a legibilidade do código, o que é difícil com códigos formados por módulos quadrados(DENSO WAVE,2014).

Com o Código IQR, você pode gerar códigos que podem conter mais informações do que é possível ter com um QR Code. O número de caracteres que podem ser armazenados pelo maior versão do QR Code (177 por 177 módulos) é de cerca de 7.000 ilustrado na figura 17. Código IQR, por outro lado, pode armazenar cerca de 40.000 caracteres em sua maior versão (422 por 422 módulos).

Figura 17 – Versões de QR Code.



Fonte:(DENSO WAVE,2014).

Para DENSO WAVE(2014), com IQR, você pode definir uma capacidade de recuperação maior do que com o QR Code tradicional. O nível de correção de erro é de até 30% de todo o código para o QR Code, o que significa que é possível restaurar o código com esse percentual de área manchada ou danificada. Por outro lado, esta é aumentada para 50 % com o Código IQR.

Essas são apenas algumas das possibilidades de aplicação do QR-Code, e podem ser exploradas em outras áreas e há várias maneiras de se utilizar o código.

Esse código está presente em vários segmentos como:

- a. Uso em livros, que leva o usuário ao site de compra para outros títulos do mesmo autor;
- b. Promoções que permitem baixar músicas no celular;
- c. Revistas e jornais com link para baixar aplicativos exclusivos;
- d. Em cartazes de filmes que permitem assistir ao *trailer* do filme.

### **3 A PROPOSTA**

Neste capítulo é descrito o processo de desenvolvimento da solução proposta. Após um estudo detalhado das principais metodologias e tecnologias que poderiam ser utilizadas, este capítulo traz consigo as justificativas para cada tomada de decisão realizada.

#### **3.1 MELHORES PRÁTICAS DE SOFTWARES**

O modelo de desenvolvimento de software mais adequado para o sistema de geolocalização interna é o modelo prototipação evolucionário, pois este modelo auxilia na resolução das incertezas de especificação do sistema e na compreensão os requisitos do cliente. O protótipo tem como função a experimentação do cliente para esclarecer requisitos mal compreendidos, além de serem usados para reduzir o tempo necessário para desenvolver a documentação do usuário e treinar os usuários com o sistema.

O uso do modelo evolucionário é pelo fato do sistema em questão ser de pequeno porte e, portanto, corre menos risco de corromper a sua estrutura documental, que geralmente acontece com sistemas mais complexos, tornando as mudanças cada vez mais difíceis e onerosas.

Uma desvantagem deste modelo é que quando há atrasos na entrega da versão final, os programadores são pressionados pelos seus gerentes e pelo próprio cliente a entregarem protótipos, considerando que a entrega do software incompleto ou com baixa qualidade é melhor que nada. No entanto, isso não é correto por algumas razões:

- Impossível ajustar protótipo para atender aos requisitos não funcionais, ignorado na etapa de protótipo, no que diz respeito a desempenho, segurança, robustez e confiabilidade;
- Falta de documentação do protótipo, sendo insuficiente para a manutenção em longo prazo;
- As mudanças degradam o sistema;
- Padrões de qualidade ficam em segundo plano no desenvolvimento de protótipo.

Conclui-se que a prototipação é necessária e deverá ser utilizada para fazer a especificação e resolver principalmente as incertezas referente aos requisitos do sistema e em hipótese alguma deve se utilizar este tipo de protótipo como parte da solução a ser entregue ao cliente.

## 3.2 A ESCOLHA DA TECNOLOGIA

Feita a comparação realizada na seção 2.2 entre as técnicas de localização foi observada que a técnica Angulação de Chegada – AoA – é a mais viável, pois necessita apenas de 2 pontos de acesso(Wi-Fi) para fazer a localização do aparelho. Como explicado anteriormente através dos dispositivos de referência que previamente tem conhecimento da distância e angulação entre pontos, são traçadas duas retas imaginárias e sua intersecção é a localização do dispositivo em questão.

Uma das vantagens da utilização desse tipo de sinal é aproveitamento da infraestrutura já existente, sem a necessidade de adaptações ou alterações

significativas no ambiente, uma vez que já existem vários pontos Wi-Fi no local.

A opção ToA (tempo de chegada) ou TDoA (diferença de tempo de chegada) necessita de 3 pontos Wi-Fi para localização e precisa de sincronismo entre os relógios dos dispositivos, sendo que a TDoA é considerada a evolução da ToA, que não utiliza valor absoluto do tempo causando erros.

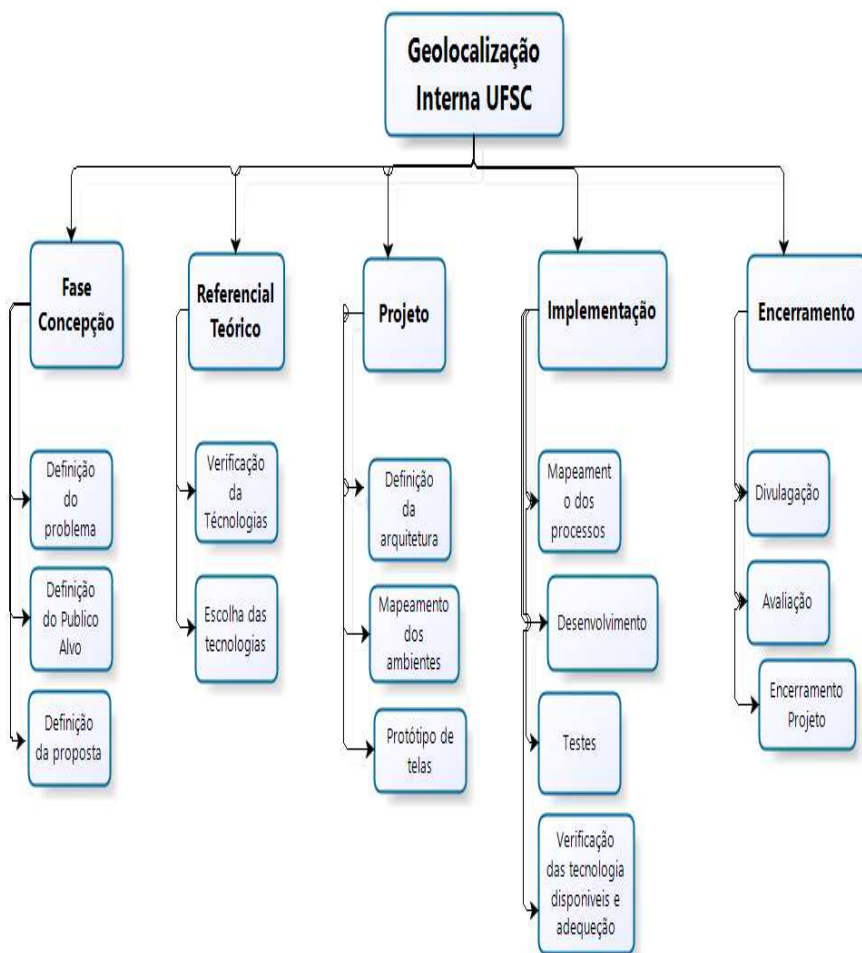
Outra tecnologia apresentada no capítulo 2 e que possui características bastante interessantes para o sistema proposto é o código de barras QR Code pela sua facilidade de uso, além do custo zero. O QR-Code tem entre suas vantagens a possibilidade de armazenamento de mais informações que um código de barras comum, e sua leitura pode ser feita em vários ângulos devido ao seu padrão de detecção de posição permitindo o acesso direto a informação para usuário.

Diversos *sites* disponibilizam software para gerar o código, assim como os leitores destes códigos estão disponíveis para praticamente todas as marcas e modelos de dispositivos móveis sem custo para o usuário.

### 3.3 SOLUÇÃO PROPOSTA

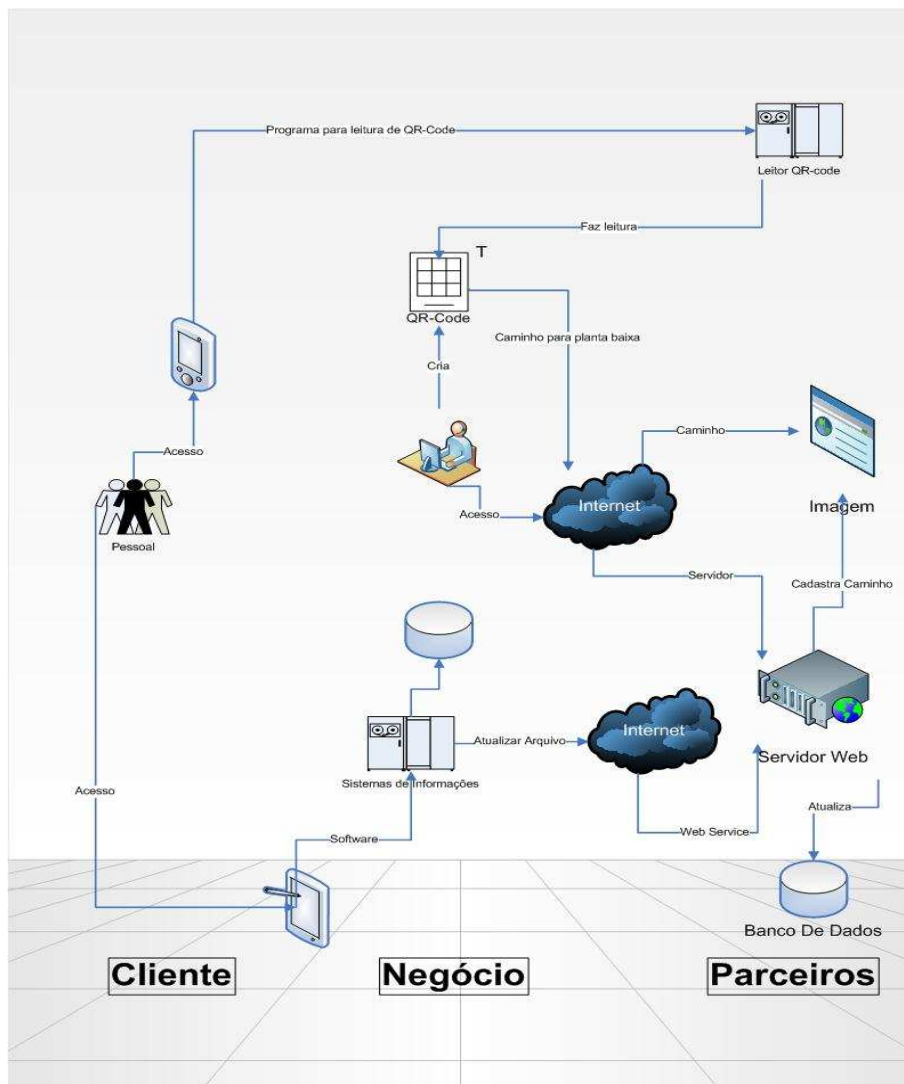
A figura 18 mostra a estrutura analítica do projeto (EAP) destacando todo o trabalho necessário para conclusão do mesmo. É importante ressaltar que neste trabalho de conclusão de curso as etapas de implementação e encerramento não estão contempladas, assim realizando a modelagem de todo sistema.

Figura 18: Estrutura analítica do projeto.



A figura 19 mostra uma visão arquitetural do sistema juntamente com as tecnologias e a comunicação dos processos.

Figura19 : Fluxo de processo.



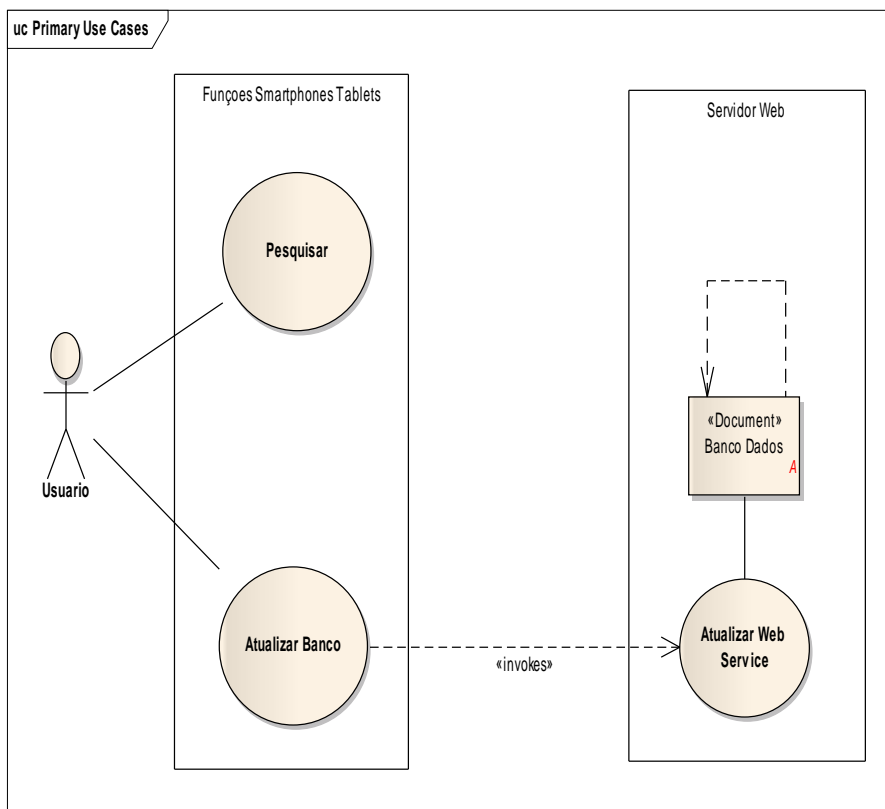
Fonte: Do Autor(Visio).



### 3.3.1 Caso de Uso

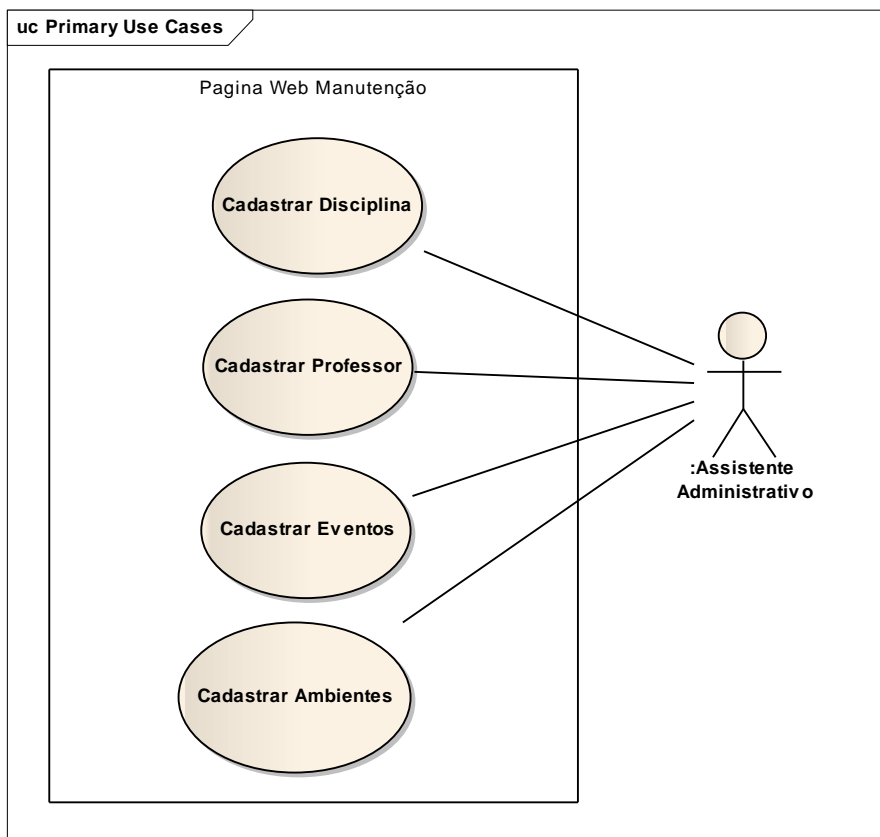
Os diagramas de caso de uso das figuras 20 e 21 mostram as principais interações do sistema de geolocalização interno.

Figura 20: Caso de uso visão usuário.



Fonte: Do Autor.(Enterprise Architect).

Figura 21: Caso de uso do Assistente Administrativo



Fonte: Do Autor.(EA).

A modelagem visa levantar as funcionalidades e os atores que realizam tais atividades no sistema. É importante manter os *stakeholders* em contato direto para a validação dessas visões.

Os modelos interam atividades de cadastro que será realizado todo início de semestre onde muda salas e disciplinas que consta na figura 21.

### 3.4 PROTÓTIPOS

Nesta seção são apresentados os protótipos de tela do sistema de geolocalização interna. A figura 22 mostra a tela inicial do sistema de geolocalizador UFSC. Ressalvando que não será realizado a protótipo de tela da parte de atualização do sistema que consta na modelagem realizada na imagem 21.

Figura 22: Tela inicial do sistema.



Fonte: Do Autor.

O usuário faz uma pesquisa colocando sua opção de filtro como por Professor, Secretarias e Ambientes que deseja localizar. Após a busca, o usuário seleciona o item de pesquisa e confirma, conforme Figura 23.

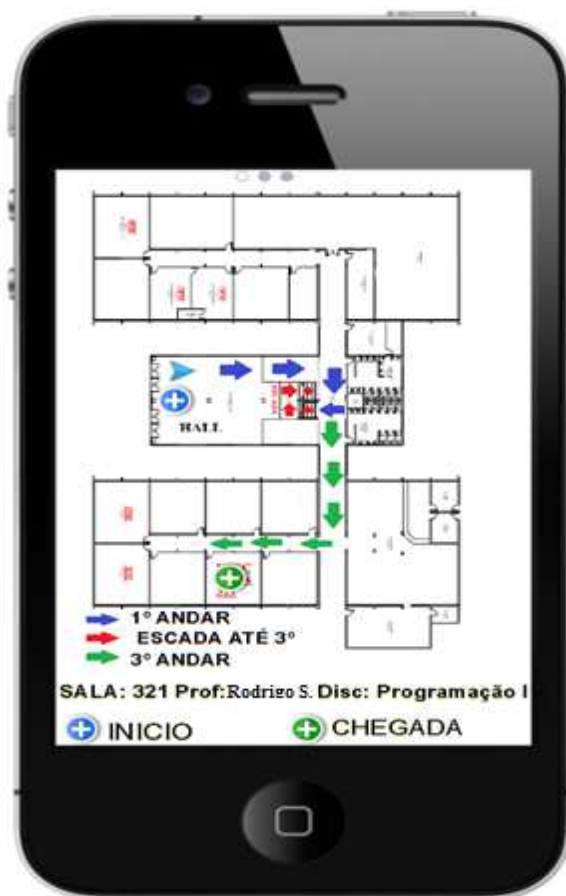
Figura 23: Tela de Pesquisa.



Fonte: Do autor.

A figura 24 mostra como o usuário receberá o resultado da pesquisa ou localização da sala pesquisada no sistema de geolocalização.

Figura 24: Localização da sala através de QR-Code



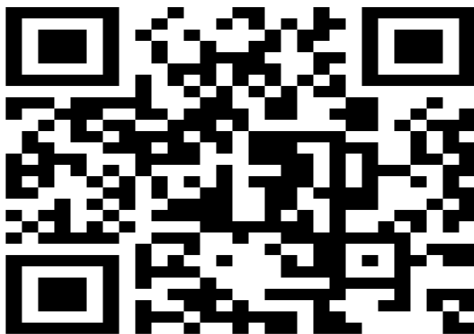
Fonte: Do autor.

### 3.5 EXEMPLO DE USO DO SISTEMA

Neste tópico são descritos os passos necessários para o uso do sistema com o uso de QR - Code para realização do teste:

- 1) Escolher a sala a ser localizada via QR-Code.
- 2) Com uso das plantas baixas dos ambientes da UFSC, será necessário editar e traçar as rotas tendo como origem o hall de entrada do prédio em questão.
- 3) Após editada, a imagem é colocada em um servidor, que terá o caminho da imagem na internet (utilizando um servidor).
- 4) Abrir programa online na internet e gerar o QR-Code (<http://www.qr-code-generator.com/>) que cria a imagem de QR-Code como ilustra a figura 25.

Figura 25 - QR- Code do mapa de localização

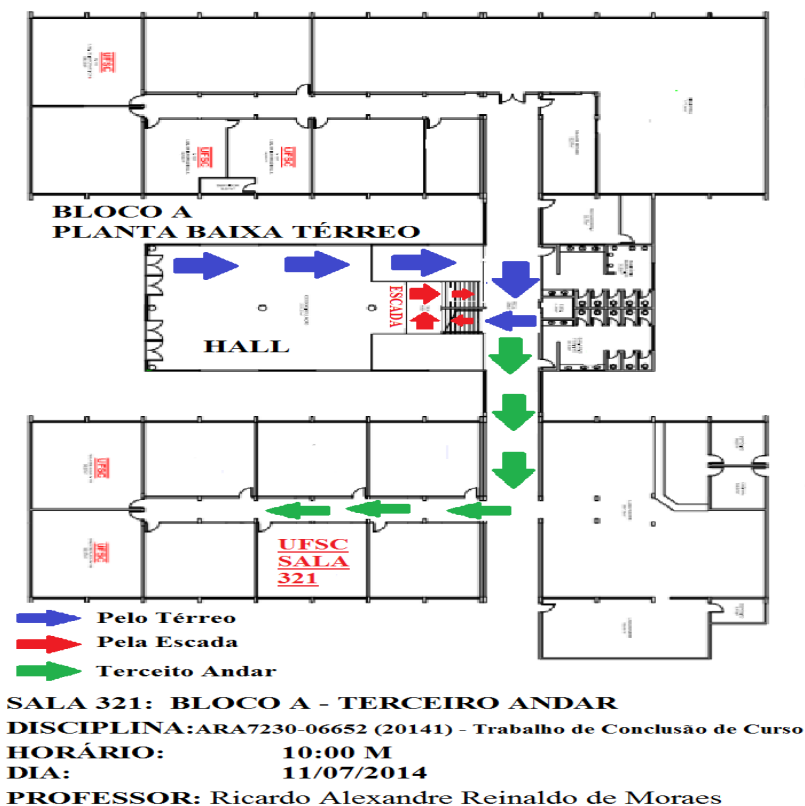


Fonte: Do autor.

5) Esta imagem do QR-Code é colocada no local de partida do usuário junto com informações adicionais como: Nome do evento ou disciplina; horário, sala.

**Teste:** Com aparelho com leitor de QR-Code é feita a leitura desse *link* que direciona o usuário para a imagem do mapa que está hospedado no servidor dando a localização da sala como mostrado na figura 26.

Figura 26 : Mapa usando QR-Code.



Fonte: Do Autor.

## 4 TRABALHOS RELACIONADOS

Durante o processo de pesquisa para o desenvolvimento desta proposta, foram analisadas algumas iniciativas e soluções para geolocalização interna. Grandes empresas têm investido na solução da geolocalização interna para disponibilizar este tipo de serviço para seus usuários, no entanto a grande parte das soluções depende de uma infraestrutura local que não pode ser garantida e este é o grande desafio na solução desta questão. Ou seja, a maioria das soluções encontradas, são soluções pontuais e podem ser implementadas localmente, no entanto, uma solução global como a existente no caso da geolocalização em ambientes externos ainda precisa de mais pesquisas.

Os trabalhos encontrados apresentam alguns projetos de pesquisa e soluções comerciais para a questão da localização em ambientes internos como: (i) GPS 'Interno' utiliza diversos sensores para localizar usuário. (ii) Celulares de localização interna em prédios usando Wi-Fi (Wi-FiSLAN). E alguns projetos de pesquisa relacionados: (iii) Localização interna baseado em sensores independentes e Wi-fi e (iv) Sistema Baseado Localização interna de Emergência para Wi-Fi.

(i) GPS 'Interno' utiliza diversos sensores para localizar usuário.

O sistema de navegação interna Movea utiliza sinais de um acelerômetro, magnetômetro, giroscópio, sensor de pressão, Wi-Fi, GPS, e faz uma comparação com mapas conhecidos, a primeira medida que o aplicativo



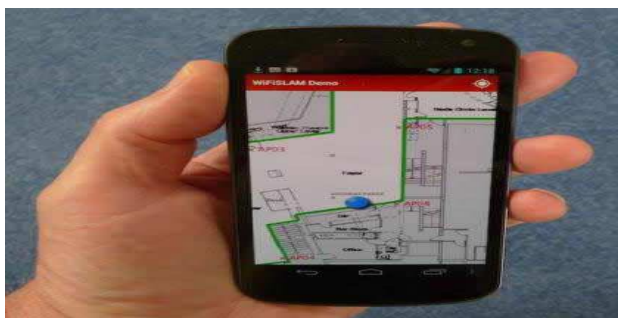
calcula é a altura do usuário. Com base nesta altura será possível estimar o comprimento do seu passo. Desta forma que quando a pessoa se movimenta o sistema pode calcular sua rota e o magnetômetro, usado como bússola, determina a direção que está sendo seguida. É possível verificar até mesmo a mudança de andar de um prédio, usado principalmente com os smartphones equipados com cada vez mais sensores(CANALTECH, 2013).

(ii) Celulares de localização interna em prédios usando Wi-Fi (WiFiSLAN).

A startup WiFiSLAN desenvolveu formas de aplicativos móveis detectarem a localização de um usuário de telefone em um prédio usando sinais Wi-Fi. Ela oferecia a tecnologia aos desenvolvedores de aplicativos para o mapeamento de interior e novos tipos de aplicativos de redes de varejo e social. A empresa foi adquirida pela Apple que pretende desenvolver seu próprio sistema de localização interna(Marques,2013).

Os atuais aparelhos da Apple usam uma tecnologia similar. Macs, iPads Wi-Fi e iPodstouch, por exemplo, não possuem GPS (global positioning system, ou sistema de posicionamento global) e são localizados justamente por triangulação de redes Wi-Fi. Segundo a descrição da empresa, esta se dedica à criação de tecnologia que, utilizando o sinal Wi-Fi existente dentro de um ambiente, detecta com exatidão a localização de uma smartphone ou outro dispositivo móvel com mostra a figura 26 a seguir.

Figura 27: Smartphone com localização em planta baixa.



Fonte: MARQUES(2013).

De acordo com Marques(2013), a tecnologia desenvolvida permite localizar em tempo real um smartphone, usando a triangulação Wi-Fi com uma precisão até 2.5 metros. A ideia é construir a próxima geração de aplicações móveis baseadas nesta localização.

(iii) Localização interna baseado em sensores independentes e Wi-Fi.

A utilização de rede Wi-Fi para realizar a localização do usuário e utiliza com apoio sensores que calculam o comprimento do passo que é uma variável muito aleatória. Assim o posicionamento Wi-Fi recebe ajuda de sensores independentes presente nos aparelhos smartphones que podem ajustar o comprimento do passo do usuário conforme sua altura e corrigindo o posicionamento para eliminar acumulação de erros encontrados na localização por Wi-Fi. Então, com o auxílio do sinal Wi-Fi é calculada a posição em tempo real, ajustada pelo acelerômetro.(Zhang, 2011)

(iv) Sistema de Localização interna para Emergência.

ZHAO(2010) propõe uma ferramenta para cenário de situações de emergência, que precisa de dois pontos de acesso. A experimentação é composta de duas antenas Wi-Fi, e um telefone A3100 Moto com sistema Windows Mobile 6.0. A experiência foi realizada em uma sala de escritório com uma área de cerca 15m x 24m. A arquitetura de sistema consiste em duas fases, sendo a primeira fase é uma calibração simples, e a segunda parte é a localização e o rastreamento. Usuários primeiro precisam captar a força do sinal das duas antenas em alguns pontos de referência para a calibração (RSSI) treinando o sistema, e em seguida, o sistema irá construir um modelo através destes dados. Quando usuários se movimentam para um novo ponto, o sistema irá gerar o resultado da localização e exibi-lo na tela do telefone.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa realizada foi apresentada uma solução para o desenvolvimento de um sistema de geolocalização interna da UFSC – Campus Araranguá que atenda a realidade encontrada no ambiente do campus.

Os modelos de engenharia de software auxiliam no planejamento de projetos de aplicações, onde ocorrem muitas mudanças. A modelagem dos casos de uso se mostrou importante na definição das funcionalidades e na descrição dos cenários, contribuindo assim com aplicação do trabalhos futuros.

O processo evolucionário com prototipação assegura uma melhor especificação da solução.

A escolha das tecnologias pesquisadas na seção 2.2 foi feita com base na infraestrutura atual do campus. No entanto, a construção do sistema protótipo não foi realizada devido à falta de cobertura da rede Wi-Fi em vários setores da universidade, o que comprometeria o uso do sistema.

A utilização do QR-Code se mostra bastante satisfatório para o atendimento das necessidades explicitadas e testado na seção 3.5.

O estudo apresentado nesta monografia cumpriu com os objetivos firmados, deixando claro que há grande vantagem com uso de metodologias de acordo com tamanho da aplicação e com o aproveitamento das tecnologias já existente na infraestrutura.

E este trabalho mostra que a maior parte das soluções conhecidas, até o presente momento, ainda são extremamente dependentes de uma infraestrutura local o que impossibilita o uso massivo das soluções apresentadas.

## 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro sugere-se a implementação do sistema, no entanto para que este sistema se torne realidade é necessária que a infraestrutura de rede Wi-Fi do campus seja ampliada.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA IN, Redação - **Brasil pode oferecer geolocalização interna na Copa do Mundo.** 02 de Janeiro de 2013. Disponível em:<<http://www.investimentosenoticias.com.br/ultimas-noticias/tempo-real/brasil-pode-oferecer-geolocalizacao-interna-na-copa-do-mundo.html>>. Acesso em: 17 Maio 2014.

A-T Communications Co.Ltd. **QR Code with superb design and high legibility: LogoQseriesLogoQ** Disponível em:< <http://www.denso-wave.com/en/adcd/product/software/logoq/print/207.html>>. Acesso em: 04 Maio de 2014.

BERNARDI, J.V.E. & LANDIM, P.M.B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados.** DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática,Texto Didático 10, 31 pp. 2002.Disponível em:< <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/textogps.pdf>>. Acesso em: 25 Maio 2014.

BRÁS.Luís Pedro Marques. **Desenvolvimento de sistema de localização indoor de baixo consumo.** Universidade de Aveiro. 2009. Disponível em:<<http://ria.ua.pt/bitstream/10773/7462/1/5594.pdf>>. Acesso em 07 junho 2014.

CÂMARA,Gilberto. RIBEIRO,Gilberto de Queiroz. **ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.** Disponível em:<<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 17 Maio 2014.

CANALTECH.GPS 'indoor' utiliza diversos sensores para localizar usuário.Creative Commons (CC BY-NC-ND). 17 janeiro 2013. Disponível em:<<http://canaltech.com.br/noticia/apps/Sistema-de-navegacao-indoor-utiliza-diversos-sensores-para-localizar-usuario/#ixzz36Z0pC99A>>. Acesso em : 30 junho 2014.

CARVALHO. Joel Filipe Machado. **Localização de Dispositivos Móveis em Redes Wi-Fi.** Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro Vila Real. 2007. Disponível em: < [https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/78/1/msc\\_jfmcarvalho.pdf](https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/78/1/msc_jfmcarvalho.pdf)>. Acesso em 07 junho 2014.

CIRIACO, Douglas. **Como funciona a RFID?** 17 ago 2009. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-.htm>>. Acesso em: 03 junho 2014.

CORREIO BRAZILIENSE **Tecnologia QR Code está nos cemitérios de vários países.** Publicação 20 abril 2014. Disponível em:<[http://www.correiobrasiliense.com.br/app/noticia/tecnologia/2014/03/20/inter\\_na\\_tecnologia,418625/tecnologia-qr-code-esta-nos-cemiterios-de-varios-paises.shtml](http://www.correiobrasiliense.com.br/app/noticia/tecnologia/2014/03/20/inter_na_tecnologia,418625/tecnologia-qr-code-esta-nos-cemiterios-de-varios-paises.shtml)>. Acesso em : 16 maio 2014.

DENSO WAVE **What is a QR code?** Disponível em:<<http://www.qrcode.com/en/about/>>. Acesso em: 27 Abril de 2014.

DURALL, E., GROS, B., MAINA, M., JOHNSON, L. &ADAMS, S. **Perspectivas tecnológicas: educación superior.** Em Iberoamérica 2012-2017. Austin, Texas: The New Media Consortium.2012. Disponível<[http://www.nmc.org/pdf/2012-technology-outlook-iberoamerica\\_PT.pdf](http://www.nmc.org/pdf/2012-technology-outlook-iberoamerica_PT.pdf)> Acesso em: 31 Maio 2014.

HARA, Lauro Tsutomu. **Técnicas de Apresentação de Dados em Geoprocessamento.** São José dos Campos: 1997 (Dissertação de Mestrado). Disponível em:< <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/banon/1998/05.07.15.56/doc/Daniel%20Luiz%20Barbosa/publicacao.pdf?languagebutton=en>>. Acesso em: 05 julho 2014.

KARASINSKI, Lucas. **O que significa cada quadrado de um QR Code?** Disponível em:< <http://www.tecmundo.com.br/qr-code/37372-o-que-significa-cada-quadrado-de-um-qr-code-.htm>>. Acesso em: 01 Maio de 2014.

LIMA, Eliomar Araújo de.**Sistemas para Localização de Pessoas e Objetos em ambientes indoor.** Disciplina: Computação Móvel.Rio de Janeiro, Novembro de 2001.Disponível em :<<http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/courses/Mobile/Monografias/01/Eliomar-Caching.doc.>>. Acesso em: 21 Maio 2014.

LOGICA DIGITAL. **Brasil é record em aparelhos smartphones.** Campinas\ SP, 25 maio de 2012. Disponível em:<<http://www.logicadigital.com.br/blog/brasil-e-record-em-aparelhos-smartphones/>> Acesso em 25 junho 2014.



MACHADO, Jonathan D. **O que é GPS?** Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/conexao/215-o-que-e-gps-.htm> > Acesso em: 26 Maio de 2014.

MACHADO, Vanessa. **GEOLOCALIZAÇÃO INDOOR: UM ESTUDO DE CASO USANDO RFID NA PLATAFORMA ARDUINO**. Passo Fundo, 2013. Disponível em: <<http://inf.passofundo.ifsul.edu.br/graduacao/monografias-defendidas/2013-2/Vanessa.pdf> >. Acesso em: 22 Maio 2014.

MAPMKT **Geolocalização Interna**. São Paulo. Disponível em: <<http://mapmkt.com.br/pt/geolocalizacao/interna/>>. Acesso em: 17 Maio 2014.

MARQUES, Eduardo. **Apple adquire a empresa Wi-FiSLAM, especializada em localização de aparelhos por redes Wi-Fi**. 24 de março de 2013. Disponível em: <<http://macmagazine.com.br/2013/03/24/apple-adquire-a-empresa-wifislam-especializada-em-localizacao-de-aparelhos-por-redes-wi-fi/>> Acesso em: 29 Maio 2014.

MEDEIROS, Higor. **Introdução aos Processos de Software e o Modelo Incremental e Evolucionário**. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/introducao-aos-processos-de-software-e-o-modelo-incremental-e-evolucionario/29839>> Acesso em: 27 Maio 2014.

MORTARA, Bruno. **O que é e para que serve o código QR?**, 2011. Disponível em: <[http://revistatecnologiagrafica.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2690:o-que-e-e-para-que-serve-o-codigo-qr&catid=60:normalizacao&Itemid=185](http://revistatecnologiagrafica.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2690:o-que-e-e-para-que-serve-o-codigo-qr&catid=60:normalizacao&Itemid=185)>. Acesso em: 20 Abril de 2014.

PRESSMAN, Roger S. Engenharia de software; Uma abordagem profissional, 7ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2011.

SILVA, Edna Lúcia Da. MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. Florianópolis 2005. Disponível em : <[http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm\\_3439.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_3439.pdf)> Acesso em : 15 julho 2014.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software, 8ª ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software. [Software engineering, 8th ed. (Inglês)]. Tradução de Selma Shin Shimizu Melnikoff, Reginaldo Arakaki, Edílson de Andrade Barbosa, Revisão técnica de Kechi Kirama. 8 ed. 2 reimpr. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 552 p., 2010.

VAILATI, Tiago. **O manifesto ágil** 12 de agosto de 2010. Disponível em: < <http://imasters.com.br/artigo/17878/gerencia-de-projetos/o-manifesto-agil/> >. Acessoem: 29 junho 2014.

ZHANG, Shizhe et al. **Indoor Location Based on Independent Sensors and WIFI**. International Conference on Computer Science and Network Technology, China. 2011.

ZHAO, Mi. et al. **Directional Wi-Fi Based Indoor Location System for Emergency**. Symposia and Workshops on Ubiquitous, Autonomic and Trusted Computing, China. 2010.

## **APÊNDICE A – Descrição Casos de Uso**

Casos de uso referente à visão do assistente administrativo que irá manter o sistema atualizado.

Organização: Eduardo Presa	Criação: 22/06/2014 Criado por:Eduardo Presa	
Sistema: Geolocalizador UFSC	Última Atualização: 22/06/2014 Atualizado por:	
Documento: Realizar cadastro	Fase:	Versão: 1.0

**Caso de Uso:** Realizar cadastro

**Objetivo:** Cadastrar uma localização de uma sala, incluindo professor, evento ou salas administrativas.

**Atores Envolvidos:** Assistente Administrativo.

**Fluxo Principal:**

- 1) **Assistente faz acesso no servidor web com usuário e senha.**
- 2) **Assistente cadastra localização de uma sala.**
- 3) **Escolhe o tipo de sala que vai ser cadastrada.**
- 4) **Acessa pagina para devido cadastro.**
- 5) **Manter mapas atualizados.**

**Fluxo Alternativo:**

- 1.1) **Usuário não cadastrado.**

Organização: Eduardo Presa	Criação: 22/06/2014 Criado por:Eduardo Presa	
Sistema: Geolocalizador UFSC	Última Atualização: 22/06/2014 Atualizado por:	
Documento: Pesquisar	Fase:	Versão: 1.0

**Caso de Uso:** Realizar pesquisa

**Objetivo:** Realizar uma pesquisa de localização de sala.

**Atores Envolvidos:** Usuário.

**Fluxo Principal:**

- 1) **Usuário abre aplicativo geolocalizador UFSC.**
- 2) **Clica em pesquisar.**
- 3) **Usuário digita o nome da sala, disciplina ou professor.**
- 4) **Escolhe o tipo de filtro que deseja fazer.**
- 5) **Confirma a busca.**
- 6) **Seleciona item a ser localizado e confirma.**
- 7) **Visualiza a localização da sala pesquisada.**

**Fluxo Alternativo:**

**4.1) Usuário não encontra sala.**

**4.2) Digita novamente a nome da sala.**

Organização: Eduardo Presa	Criação: 22/06/2014 Criado por:Eduardo Presa	
Sistema: Geolocalizador UFSC	Última Atualização: 22/06/2014 Atualizado por:	
Documento: Atualizar Banco	Fase:	Versão: 1.0

**Caso de Uso:** Atualizar

**Objetivo:** Atualizar a base de dados do sistema

**Atores Envolvidos:** Usuário.

**Cenário Principal:**

- 1) **Usuário abre aplicativo geolocalizador UFSC.**
- 2) **Clica em atualizar.**
- 3) **Usuário selecionar atualização mais recente.**
- 4) **Usuário baixa atualização.**

**Cenário Alternativo**

**4.1) Não existe nova atualização.**

**ANEXO B – Mapa campus UFSC - Araranguá (UNISUL).**

Imagem do Bloco A

## Planta baixa pavimento Térreo

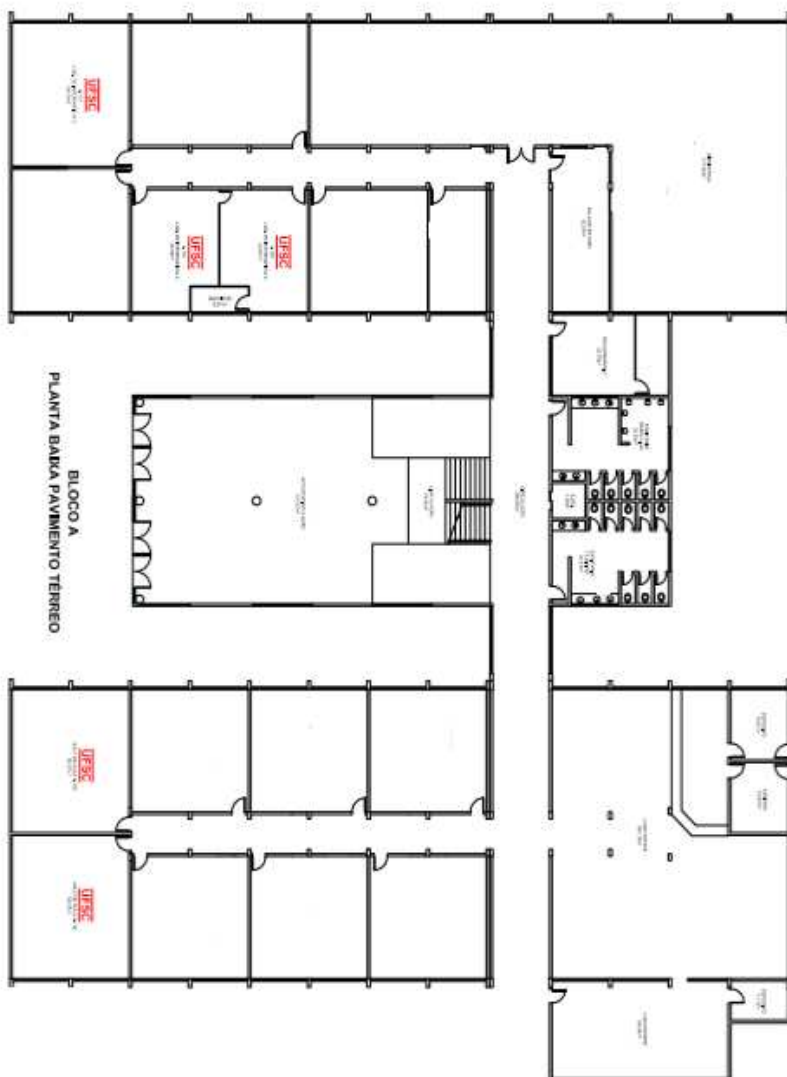




Imagem do Bloco A  
Planta baixa 2º pavimento

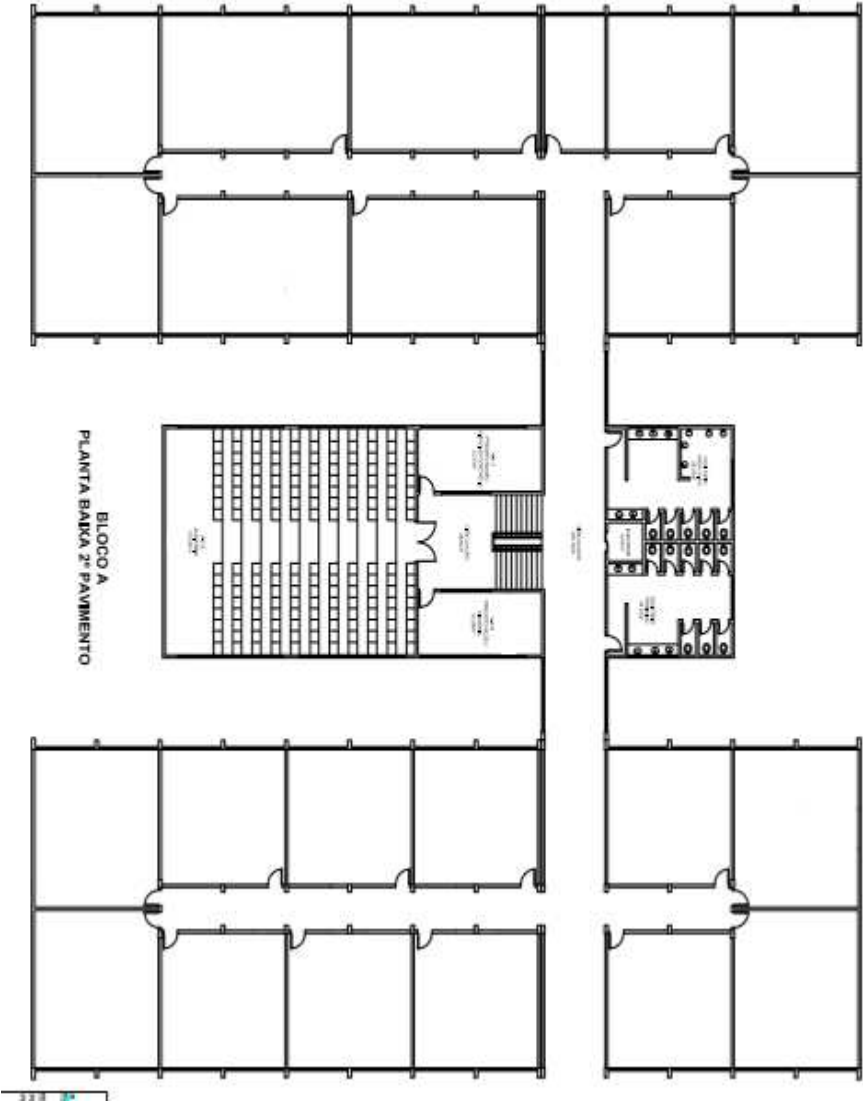


Imagem do Bloco A.

Planta baixa 3º pavimento.

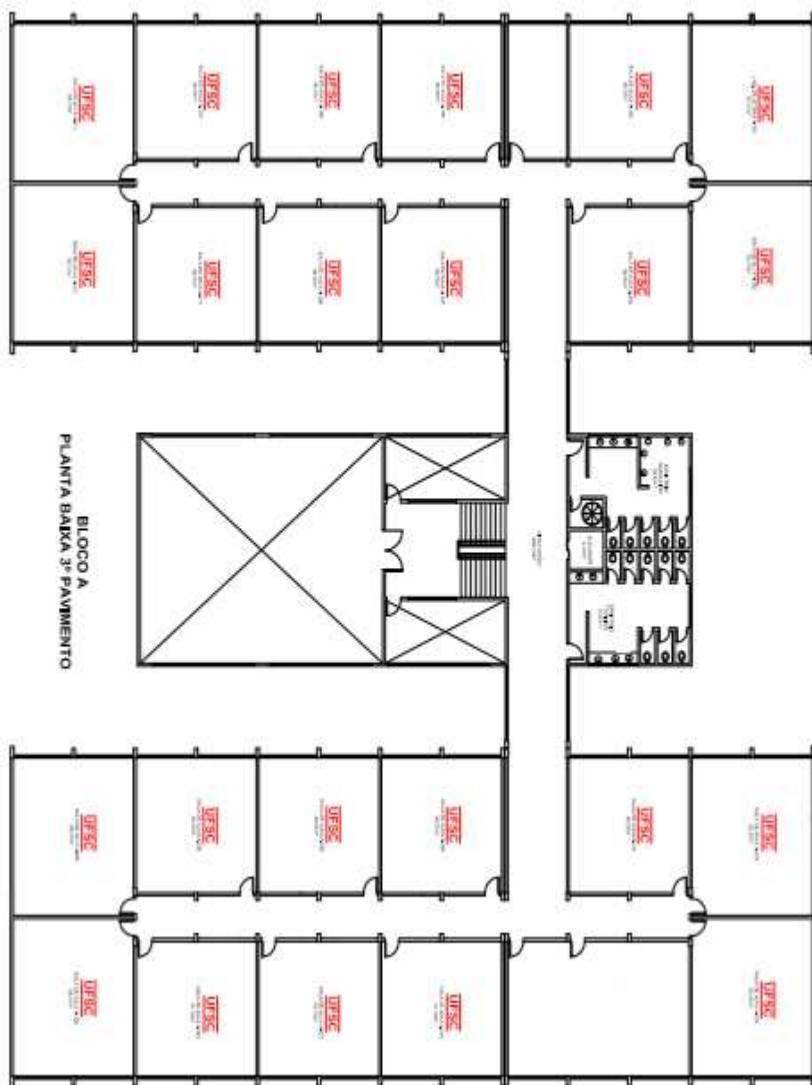


Imagem do Bloco B.

Planta baixa pavimento térreo e 2º pavimento.



Imagem do Bloco C.

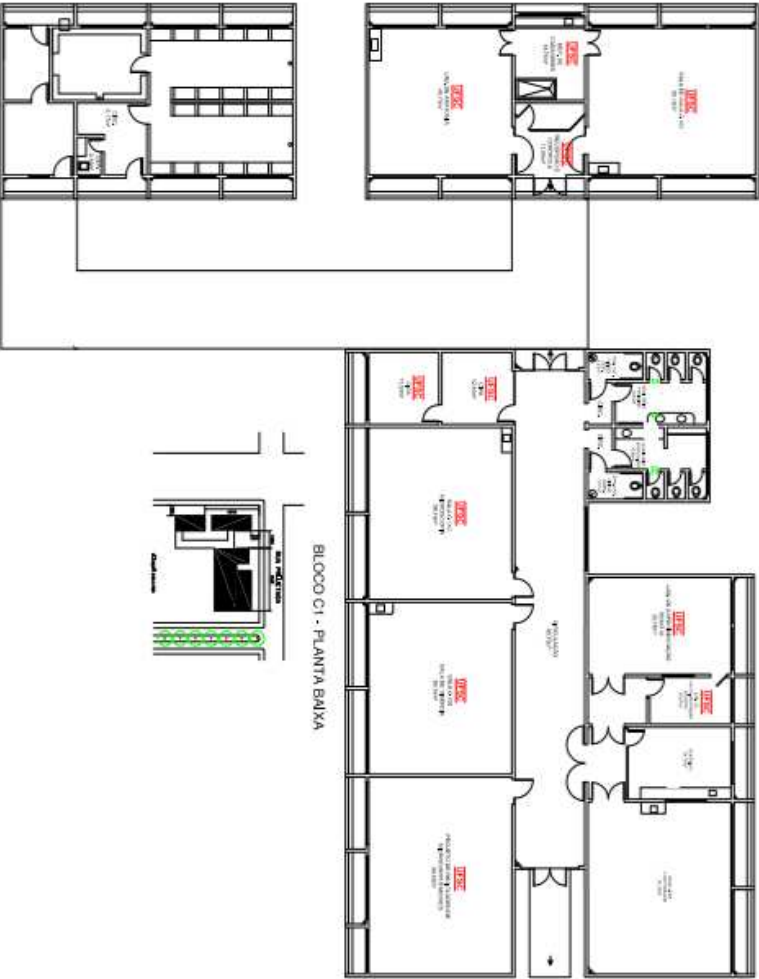




Imagem do Bloco C3.

Planta baixa pavimento térreo e 2º pavimento.

